วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศต่อจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp.

EFFECT OF ECOSYSTEM CHANGES ON THE POPULATION OF NITROGEN FIXING BACTERIA GROUP *Azospirillum* sp.

นายประสาน โลนุช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2544

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

ปริญญา

สาขาวิชา **พืชไร่** ภาควิชา **พืชไร่**

เรื่อง ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศต่อจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp.

EFFECT OF ECOSYSTEM CHANGES ON THE POPULATION OF NITROGEN FIXING BACTERIA GROUP *Azospirillum* sp.

นามผู้วิจัย นายประสาน โลนุช

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....

(อาจารย์ ดร.เศรษฐา ศิริพินทุ์)

วันที่ 25 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2544

กรรมการที่ปรึกษา .....

(อาจารย์ ดร.อภิชัย ธีรธร)

วันที่ 25 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2544

กรรมการที่ปรึกษา .....

(อาจารย์อนันต์ ปินตารักษ์)

วันที่ 25 เดือน พ.ค. พ.ศ. 44

หัวหน้าภาควิชา .....

(อาจารย์อนันต์ ปินตารักษ์)

วันที่ 25 เดือน พ.ค. พ.ศ. 44

โครงการบัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

.....

(อาจารย์สราญ เพ็มพูล)

ประธานกรรมการโครงการบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 4 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2544

บทคัดย่อ

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศต่อจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp.

โดย

นายประสาน โลนุช

พฤษภาคม 2544

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.เศรษฐา ศิริพินทุ์

ภาควิชา/คณะ : ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร

การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศต่อจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. เพื่อศึกษาสภาพของระบบนิเวศที่จะเอื้ออำนวยให้แบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่มนี้สามารถดำรงชีพอยู่อย่างสมบูรณ์และยั่งยืน โดยเก็บตัวอย่างดินทุก ๆ 2 เดือนเป็นระยะเวลา 2 ปี จากสภาพแวดล้อมแบบต่าง ๆ ในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ได้แก่ สภาพนิเวศบริเวณยอดภูเขาสูง บริเวณกลางภูเขา บริเวณเชิงเขา บริเวณที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง ปลูกพืชไร่สลับข้าว และบริเวณพื้นที่รกร้างว่างเปล่า แล้วนำตัวอย่างดินที่ได้มาตรวจสอบหาแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนและตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี

จากการศึกษาความเป็นกรดเป็นด่างของดิน พบว่าตัวอย่างดินจากทั้งสามภูมิภาคมีสภาพเป็นกรด โดยที่ในพื้นที่บริเวณภูเขาดินมีสภาพความเป็นกรดเฉลี่ยมากกว่าพื้นที่ที่มีระบบการปลูกพืชและพื้นที่รกร้างว่างเปล่า ซึ่งเป็นผลมาจากในพื้นที่บริเวณภูเขามีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณความชื้นค่อนข้างสูงกว่าในพื้นที่อื่น ๆ

จากผลการศึกษาพบว่าแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนแบบสัมพันธ์กับพืชในกลุ่ม *Azospirillum* sp. นี้สามารถดำรงชีพได้ในดินที่มีอินทรีย์วัตถุในช่วง 1.5-10.9 % pH ของดินในช่วง 4.4-6.6 ซึ่งมีจำนวนประชากรอยู่ในช่วง 1.73-2.48 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g dry soil) โดยพบว่าในระบบนิเวศที่ทำการเกษตรโดยเฉพาะบริเวณที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องมีจำนวนประชากรแบคทีเรียค่อนข้างสูงกว่าระบบนิเวศตามธรรมชาติที่ไม่ถูกรบกวนแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเป็นผลเนื่องจากระบบนิเวศตามธรรมชาติบริเวณภูเขามีสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่มนี้ กล่าวคือดินมี

สภาพความเป็นกรดค่อนข้างสูง ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณความชื้นและปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินสูงกว่าระบบนิเวศที่ทำการเกษตรก็ตาม โดยทั่วไปพบว่าจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่มนี้มักเพิ่มขึ้นในฤดูฝนมากกว่าในฤดูอื่น ๆ

ในส่วนของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรีย พบว่าส่วนใหญ่มีลักษณะโคโลนีค่อนข้างกลม ขนาดปานกลาง สีขาวขุ่น ผิวหน้าโคโลนีเรียบเป็นมันวาว นูนสูงขึ้นเล็กน้อย มีความเหนียวเล็กน้อยและมีลักษณะของเซลเป็นแบบท่อนสั้นย้อมติดสีในแกรมลบ โดยในระบบนิเวศที่ทำการเกษตรแบบปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องและแบบปลูกพืชไร่สลับข้าว พบว่ามีลักษณะโคโลนีขนาดใหญ่และมีจำนวนมากกว่าระบบนิเวศแหล่งอื่นๆ สำหรับประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียที่คัดเลือกได้อยู่ในช่วง 1-1,291 nmolC_2H_4/mg protein/day แสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. ที่คัดเลือกได้มีความหลากหลายทางชีวภาพ และสามารถดำรงชีพได้ตามสภาพแวดล้อมทางนิเวศของแต่ละภูมิภาค ซึ่งกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนและจำนวนประชากรของแบคทีเรียกลุ่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานและการประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ รวมถึงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้มีคุณค่าอย่างยั่งยืน

ABSTRACT

EFFECT OF ECOSYSTEM CHANGES ON THE POPULATION OF NITROGEN FIXING BACTERIA GROUP *Azospirillum* sp.

BY

PRASAN LONUCH

MAY 2001

Chairman : Dr. Settha Siripin

Department : Agronomy Faculty : Agricultural Production

The objective of the study on the effect of ecosystem changes on the population of nitrogen-fixing bacteria group *Azospirillum* sp. was to investigate the conditions of ecological environment that promote sustainable survival and development of the bacteria. The studies were carried out for two consecutive years by collecting soil samples at 2-month intervals from various ecosystems in the northern, central and northeastern parts of Thailand. Soil samples were collected from the top, mid and foothills of the mountain, crop cultivation area, rice cultivation area, crop rotation area with rice and undisturbed area. Each soil sample was then analyzed for chemical composition and for determining the population of nitrogen fixing bacteria.

From soil pH analysis, it was found that soils from all areas were acidic. On the average, soils in the mountain areas were more acidic than those in agricultural and undisturbed areas. This was due to higher soil organic matter and moisture contents.

The results indicated that the highest population of plant-associated nitrogen fixing bacteria group *Azospirillum* sp. in the range of 1.73-2.48 cell per gram dried soil (log number of cell/g dry soil) was found in soils with organic

matter content between 1.5 to 10.9 % and soil pH in the ranges of 4.4 to 6.6 . Soils from agricultural fields especially in the continuous paddy rice tended to have more bacterial population than soils from undisturbed natural ecosystems. This was because the mountainous ecosystems have conditions of lower pH, higher soil organic matter and moisture contents that were not favourable for growth and development of the bacteria. In general, bacterial population was higher in soils during the rainy season than during other seasons. The major morphological characteristics of the bacterial colony consisted of circular shape, medium size, white pigments, rather flat surface with raised margin, less stickiness, and short rod with negative gram stains. In the continuous rice growing field and rice rotation area with field crops, it was found that the bacteria had bigger colony characteristic. The nitrogen fixation efficiency of the bacteria isolates was in the ranges of 1 to 1,291 nmolC_2H_4/mg protein/day. This indicated that there were diversities in bacteria group *Azospirillum* sp. under different natural conditions. Further selection of nitrogen fixing bacteria should lead to generation of knowledge that can be applied commercially and be useful in future natural resources management.

กิตติกรรมประกาศ

วันเวลาเป็นมาตราวัดชีวิต เรามีสิทธิ์เท่าเท่ากันวันวันหนึ่ง
แต่ผู้ใดทำอะไรให้ตราตรึง นั่นแหละซึ่งทำชีวิตให้ผิดกัน
อันชีวิตที่พบผ่านความกร้านโลก พบทั้งโชคผ่านทั้งทุกข์และสุขสันต์
ได้เรียนรู้พร้อมทั้งสู้อยู่กับมัน ได้แค่นั้นนั่นแหละซึ่งคำว่า "คน"

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.เศรษฐา ศิริพินทุ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ซึ่งทำงานไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อยเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ลูกศิษย์ ท่านเป็นผู้สร้างโอกาส ให้โอกาส สร้างประสบการณ์ชีวิตที่ดีให้กับข้าพเจ้าและลูกศิษย์ทุกคน ท่านคอยให้ความช่วยเหลือแก่ลูกศิษย์ ไม่ว่าจะเป็นการประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ การทำงานวิจัย และอื่น ๆ อีกมากมาย จนข้าพเจ้าไม่สามารถที่จะพรรณนาได้จบสิ้น ที่สำคัญท่านได้ให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ในการศึกษาเล่าเรียนระดับปริญญาโทในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นล้นพ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์อนันต์ ปินตารักษ์ ท่านอาจารย์อภิชัย ธีรธรกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้ความรู้ทางด้านการเรียน ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับงานวิจัย คอยเตือนสติในการทำงาน คอยเป็นกำลังใจให้แก่ลูกศิษย์ให้มีความพยายามจนประสบความสำเร็จ เสียสละเวลาอันมีค่าให้แก่ลูกศิษย์มาโดยตลอด ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่มอบเงินทุนอุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณพี่บุญฤทธิ์ สินค้างาม พี่ประทีป เอี๊ยบเจริญ พี่บัณฑิต สายทอง และเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท คุณโกศล สังเกต คุณศรายุทธ ตรีรัตน์ คุณสุชีพ ยุงรัมย์ ที่ให้การช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มิอาจกล่าวนามได้หมดในที่นี้

และเหนือสิ่งอื่นใดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ได้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณวงศ์ตระกูลโลนุช คุณพ่อสมาน คุณแม่สมัย โลนุช ที่ได้ให้กำเนิด ให้โอกาสทางการศึกษา แม้ต้องแลกกับความเหน็ดเหนื่อยมากมายก็ตาม และเป็นต้นแบบที่ดีที่สุดของลูก ๆ ทุกคน ขอบคุณน้องเจียมจิตรที่เป็นกำลังใจให้ตลอดเวลา สุดท้ายนี้ประโยชน์ใดอันเกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ข้าพเจ้าขอมอบประโยชน์นั้นให้บุคคลทั้งหมดที่กล่าวมา จงเจริญด้วย อายุ วรรณะ สุขะ พละ ด้วยเทอญ

ประสาน โลนุช

พฤษภาคม 2544

สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญเรื่อง	(8)
สารบัญตาราง	(12)
สารบัญภาพ	(15)
สารบัญภาคผนวก	(16)
สัญลักษณ์และอักษรย่อ	(17)
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
การตรวจเอกสาร	4
ความสัมพันธ์ของนิเวศวิทยากับระบบนิเวศ	4
ความสัมพันธ์ของระบบนิเวศกับประชากร	5
การคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติกับประชากร	7
บทบาทของความหลากหลายของระบบนิเวศต่อความหลากหลายทางชีวภาพ	9
บทบาทและความสำคัญของธาตุไนโตรเจน	10
ขอบเขตและความหมายของกระบวนการตรึงไนโตรเจน	12
ความสำคัญของกระบวนการตรึงไนโตรเจนแบบอิสระและแบบสัมพันธ์กับพืช	13
พันธุวิศวกรรมกับการตรึงไนโตรเจน	14
ลักษณะทั่วไปของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum*	16
โครงสร้างทางพันธุกรรมของเชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน	18
ความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียและการผลิตสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	20
พันธุวิศวกรรมกับการผลิตสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจากแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน	21
ศักยภาพในการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียในกลุ่ม *Azospirillum* sp.	22

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการทดลอง	24
การเลือกสถานที่	24
การเก็บตัวอย่าง	25
การแยกเชื้อแบคทีเรียจากดิน	26
การทำเชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์	26
การจำแนกเชื้อแบคทีเรีย	26
การตรวจวัดความสามารถในการตรึงไนโตรเจน	26
การบันทึกข้อมูล	27
เวลาและสถานที่ดำเนินการทดลอง	28
ผลการทดลอง	29
ผลการศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนใน กลุ่ม *Azospirillum* sp. ของภาคเหนือ	29
ผลการศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนใน กลุ่ม *Azospirillum* sp. ของภาคกลาง	33
ผลการศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนใน กลุ่ม *Azospirillum* sp. ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	36
ผลการศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนใน กลุ่ม *Azospirillum* sp. ที่สุ่มเก็บในพื้นที่เดียวกันของภาคเหนือ	43
ผลการศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนใน กลุ่ม *Azospirillum* sp. ที่สุ่มเก็บในพื้นที่เดียวกันของภาคกลาง	45
ผลการศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนใน กลุ่ม *Azospirillum* sp. ที่สุ่มเก็บในพื้นที่เดียวกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	48
ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของภาคเหนือ	54
ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของภาคกลาง	57

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	60
ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดินในพื้นที่เดียวกัน แต่ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคเหนือ	66
ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดินในพื้นที่เดียวกัน แต่ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคกลาง	68
ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดินในพื้นที่เดียวกัน แต่ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	70
ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างดินของภาคเหนือ	75
ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างดินของภาคกลาง	78
ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	81
ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บมาจากสถานที่เดียวกันในระยะเวลาที่แตกต่างกันของภาคเหนือ	88
ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บมาจากสถานที่เดียวกันในระยะเวลาที่แตกต่างกันของภาคกลาง	90
ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บมาจากสถานที่เดียวกันในระยะเวลาที่แตกต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	92
ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคเหนือ	97
ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคกลาง	100
ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	103

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคเหนือ	110
ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคกลาง	112
ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	114
สหสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของดินและจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp.	122
ผลการศึกษาคุณลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโคโลนีและประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน กลุ่ม *Azospirillum* sp.	126
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	139
สรุป	143
ข้อเสนอแนะ	144
เอกสารอ้างอิง	145
ภาคผนวก	151
ประวัติผู้วิจัย	159

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงผลการศึกษาจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (log number of cell/g.dry soil) จากตัวอย่างดินของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12	40
2	แสดงผลการศึกษาจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (log number of cell/g.dry soil) จากตัวอย่างดินของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12	41
3	แสดงผลการศึกษาจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (log number of cell/g.dry soil) จากตัวอย่างดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12	42
4	แสดงผลการศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน กลุ่ม *Azospirillum* sp. (log number of cell/g.dry soil) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12	51
5	แสดงผลการศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน กลุ่ม *Azospirillum* sp. (log number of cell/g.dry soil) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12	52
6	แสดงผลการศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน กลุ่ม *Azospirillum* sp. (log number of cell/g.dry soil) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12	53
7	แสดงผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละพื้นที่ของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12	63
8	แสดงผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละพื้นที่ของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12	64
9	แสดงผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12	65
10	แสดงผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ในตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12	72
11	แสดงผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ในตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	แสดงผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ในตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12	74
13	แสดงผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12	85
14	แสดงผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12	86
15	แสดงผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12	87
16	แสดงผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกัน แต่ช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินต่างกันของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12	94
17	แสดงผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกัน แต่ช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินต่างกันของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12	95
18	แสดงผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกัน แต่ช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12	96
19	แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดิน (pH) ที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12	107
20	แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดิน (pH) ที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12	108
21	แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดิน (pH) ที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12	109
22	แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันแต่ช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างดินต่างกันของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12	116

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันแต่ช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างดินต่างกันของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12	117
24	แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันแต่ช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างดินต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12	118
25	แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินต่างสถานที่และต่างภูมิภาคกัน	119
26	แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางเคมีของดินและจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ของภาคเหนือ	124
27	แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางเคมีของดินและจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ของภาคกลาง	125
28	แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางเคมีของดินและจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	125
29	แสดงลักษณะรูปร่างสัณฐานวิทยาและประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา	129

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่และภูมิภาคแตกต่างกัน	120
2	แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินในพื้นที่และภูมิภาคแตกต่างกัน	120
3	แสดงปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดิน (%) ในพื้นที่และภูมิภาคแตกต่างกัน	121
4	แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (%) ในพื้นที่และภูมิภาคแตกต่างกัน	121
5	แสดงตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่ภาคเหนือ	133
6	แสดงตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่ภาคกลาง	134
7	แสดงตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	135
8	แสดงตัวอย่างลักษณะเซลแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่ภาคเหนือ	136
9	แสดงตัวอย่างลักษณะเซลแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่ภาคกลาง	137
10	แสดงตัวอย่างลักษณะเซลแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	138

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวกที่		หน้า
1	แสดงสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ *Azospirillum*	152
2	แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่างดินในภาคเหนือ ระดับความสูงเฉลี่ยและลักษณะพืชพรรณที่พบ	153
3	แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่างดินในภาคกลาง ระดับความสูงเฉลี่ยและลักษณะพืชพรรณที่พบ	154
4	แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่างดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระดับความสูงเฉลี่ยและลักษณะพืชพรรณที่พบ	155
5	แสดงคุณลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp.	156
6	แสดงคุณลักษณะทางเคมีของตัวอย่างดินที่นำมาทำการศึกษา	158

สัญลักษณ์และอักษรย่อ

N = ภาคเหนือ

C = ภาคกลาง

NE = ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

M1 = พื้นที่บริเวณยอดเขา

M2 = พื้นที่บริเวณกลางเขา

M3 = พื้นที่บริเวณเชิงเขา

C = พื้นที่ที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง

R = พื้นที่ที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง

CR = พื้นที่ที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว

F = พื้นที่รกร้างว่างเปล่า

cm = เซนติเมตร

μm = ไมโครเมตร

log number of cell/g.dry soil = log number of cell per gram dry soil

ARA = Acetylene Reduction Assay

nmolC_2H_4/mg.protein/day = nanomole ethylene per milligram protein per day

บทนำ

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยที่ธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบภายในเซลล์ เช่น กรดนิวคลีอิก โคเอนไซม์ ฮอร์โมน รงควัตถุหลาย ๆ ชนิด กรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ และโปรตีน ซึ่งแหล่งไนโตรเจนที่สำคัญของโลกจะอยู่ในอากาศในรูปของแก๊ส (N_2) ถึง 78 % แต่ทั้งพืชและสัตว์ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ไนโตรเจนในรูปของแก๊สจะต้องถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปสารประกอบไนโตรเจน พืชจึงจะสามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่า "การตรึงไนโตรเจน" การตรึงไนโตรเจนมี 2 กระบวนการ คือกระบวนการทางเคมีและฟิสิกส์ เกี่ยวข้องกับระบบอุตสาหกรรม ซึ่งต้องใช้พลังงานและความดันที่สูง เพื่อให้ N_2 รวมกับแก๊ส H_2 แล้วเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยไนโตรเจนได้แต่มีราคาแพงและลงทุนสูง อีกกระบวนการหนึ่งเรียกว่า การตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพ โดยเอนไซม์ nitrogenase ซึ่งมีอยู่ในจุลินทรีย์พวก prokaryote บางชนิดในกลุ่ม bacteria, cyanobacteria และ actinomycetes กระบวนการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพนี้สามารถรวมแก๊ส N_2 และ H_2 ให้เป็นแอมโมเนียได้เช่นกัน โดยที่ Burns และ Hardy (1973) ได้ประเมินไว้ว่าจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนสามารถผลิตไนโตรเจนให้แก่โลกได้ถึง 170 ล้านตันต่อปี ในขณะที่กระบวนการผลิตโดยโรงงานอุตสาหกรรมผลิตได้เพียงประมาณ 50-60 ล้านตันต่อปี

จุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะความสัมพันธ์ของกระบวนการตรึงไนโตรเจน กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่ตรึงไนโตรเจนได้ต่อเมื่ออาศัยร่วมกับพืช เช่น ไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่ว สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับแหนแดง และแอคทิโนมัยซีสกับสนปฏิพัทธ์ กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่ตรึงไนโตรเจนแบบอิสระ เช่น *Azotobacter* sp., *Beijerinckia* sp. และ *Azomonas* sp. และกลุ่มที่สามเป็นกลุ่มที่ตรึงไนโตรเจนแบบสัมพันธ์กับพืช เช่น *Azospirillum* sp. กับพืชตระกูลหญ้า (Patriquin และคณะ, 1983) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วพืชตระกูลหญ้าเป็นพืชที่สามารถปรับตัวได้อย่างกว้างขวางสามารถเจริญเติบโตได้เกือบทุกสภาพแวดล้อม ธัญพืชและพืชเศรษฐกิจส่วนใหญ่ก็เป็นพืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย ข้าวบาร์เลย์ และข้าวโอ๊ต เป็นต้น

บทบาทของจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนดังกล่าวต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในโลกนั้นมีมากมาย โดยเฉพาะในระบบนิเวศที่ยังไม่ถูกทำลาย ระบบนี้จะช่วยจัดหาไนโตรเจนให้แก่สิ่งมีชีวิตทั้งหลาย จนกระทั่งโลกมีการพัฒนาขึ้น มีประชากรมนุษย์เพิ่มมากขึ้น และมีการใช้ปัจจัยในการดำรงชีวิตเพิ่มมากขึ้น พื้นที่ป่าถูกบุกรุกทำลายเพื่อนำมาทำการผลิตพืชและอาหารอย่างต่อเนื่องจนไนโตรเจนในดินถูกใช้ไปหมด มนุษย์จึงต้องหาวิธีสังเคราะห์ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อใส่ทดแทน ทำให้เกิดผลเสียต่าง ๆ ต่อสิ่งแวดล้อม และนอกจากนี้ยังเพิ่มต้นทุนการผลิตอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนก็ยังมีความจำเป็นเพื่อการผลิตอาหารให้เพียงพอต่อประชากรโลกที่เพิ่มขึ้น และเพื่อเป็นการหาวิธีการลดการกระทำดังกล่าว การใช้ปุ๋ยจากจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนต่อการจัดการกับระบบทางชีวภาพเป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่ควรให้ความสำคัญ

จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนนั้นสามารถพบได้ทั่วไปทั้งในน้ำและบนพื้นดินซึ่งปริมาณชนิดและความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ผันแปรไปตามลักษณะทางด้านสภาพ-แวดล้อม เช่น ลักษณะทางด้านภูมิศาสตร์ ชนิดของพืช ชนิดของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ความชื้นของดิน ปริมาณและชนิดการใช้สารเคมีทางการเกษตร และประวัติการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตร เป็นต้น ดังนั้นในสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างในลักษณะดังกล่าว น่าจะทำให้ปริมาณ ชนิด และความหลากหลายทางชีวภาพของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. มีความแตกต่างกันไปด้วย การวิจัยเรื่องนี้จึงศึกษาถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp.

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาถึงสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนใน กลุ่ม *Azospirillum* sp.

2.เพื่อศึกษาถึงพลวัตรของประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum sp.* ที่มีอยู่ในระบบการปลูกพืช และในระบบธรรมชาติที่ไม่ถูกรบกวน

3.เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางระบบนิเวศมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. มากน้อยเพียงใด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.ทราบถึงสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp.

2.ทราบถึงชนิดและปริมาณของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. มีอยู่ในระบบการปลูกพืชและในระบบธรรมชาติที่ไม่ถูกรบกวน

3.ทราบถึงว่าเมื่อระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงไปมีผลกระทบอย่างไรกับประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp.

4.สามารถนำผลการทดลองที่ได้ไปจัดการเพื่อการใช้ประโยชน์ในระบบเกษตรที่ยั่งยืน (sustainable agriculture)

ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน และทำการวิเคราะห์ประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนจากตัวอย่างดินที่เก็บมาจากพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.ทำการศึกษาถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนจากตัวอย่างดินที่เก็บมาแต่ละแห่ง

3. ศึกษาศักยภาพในการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียที่คัดเลือกไว้

การตรวจเอกสาร

ความสัมพันธ์ของนิเวศวิทยากับระบบนิเวศ

นิเวศวิทยาเป็นวิชาที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อมหมายถึงทุกสิ่งที่อยู่โดยรอบสิ่งมีชีวิต รวมทั้งสิ่งมีชีวิตเองด้วย ได้แก่ ดินฟ้าอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น สภาพทางเคมีของอากาศ น้ำ และดิน สิ่งมีชีวิตทุกชนิดรวมทั้งมนุษย์ ฯลฯ เราอาจแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต องค์ประกอบเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันไม่ทางตรงก็ทางอ้อม (อู่แก้ว, 2541) นิเวศ-วิทยามีขอบเขตกว้างขวาง เพื่อสะดวกในการศึกษาอาจแบ่งได้เป็น 4 ระดับตามระดับการประสานงานของระบบสิ่งมีชีวิต กล่าวคือ นิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตแต่ละหน่วยประชากร กลุ่มสิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศ ซึ่งในธรรมชาติระบบสิ่งมีชีวิตทุกระดับมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันและมีผลกระทบซึ่งกันและกัน ทั้งนี้เป็นเพราะ (1) ระบบสิ่งมีชีวิตระดับสูงมีระบบสิ่งมีชีวิตระดับย่อยเป็นองค์ประกอบ นั่นคือ ในแหล่งที่อยู่เหนือ ๆ สิ่งมีชีวิตแต่ละหน่วยเป็นองค์ประกอบของประชากร ประชากรของสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิดประกอบกันเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิต กลุ่มสิ่งมีชีวิตและปัจจัยสิ่งแวดล้อมไม่มีชีวิตประกอบกันเป็นระบบนิเวศ ระบบนิเวศทั้งหมดของเขตหนึ่ง ๆ ของโลกประกอบกันเป็นชีวนิเวศ และชีวนิเวศของทั้งพิภพประกอบกันเป็นชีวภาค (2) ระดับที่เล็กกว่าระบบนิเวศไม่ได้รวมถึงสภาพสิ่งแวดที่ไม่มีชีวิต ซึ่งไม่เป็นไปตามที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ เพราะปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งหมดส่งผลกระทบถึงระบบการประสานงานของสิ่งมีชีวิตทุกระดับ รวมทั้งระดับย่อยที่อยู่นอกขอบเขตของนิเวศวิทยา ได้แก่ อะตอม โมเลกุล เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่ระดับใดระดับหนึ่งอาจส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงทุกระดับ ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงนั้น

ระบบนิเวศเป็นหน่วยพื้นฐานที่มีบทบาทสำคัญในวิชานิเวศวิทยา ซึ่งกล่าวถึงสิ่งมีชีวิตหรือสังคมของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต ทั้งสองต่างมีความสำคัญต่อกันและเป็นสิ่งซึ่งทำให้ชีวิตต่าง ๆ บนโลกใบนี้ดำรงอยู่ได้ต่อมาเป็นลำดับ ไม่มีสิ่งมีชีวิตชนิดใดอยู่ได้โดยปราศจากสิ่งแวดล้อม หลักการของความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และหลักการของการรวมเป็นหนึ่งเดียวของทุกสิ่งทุกอย่าง ต่างก็ถือเป็นส่วนหนึ่งในความหมายของวิชานิเวศ-วิทยา ความเป็นหนึ่งเดียวระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติได้มีการกล่าวและบันทึกไว้ในประวัติ-ศาสตร์นานมาแล้วด้วยเช่นกัน (เสรีวัฒน์, 2539)

ระบบนิเวศโดยทั่วไปมีองค์ประกอบหลักที่แบ่งออกตามบทบาทหน้าที่ของสิ่งที่มีอยู่ในระบบได้ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ สารอนินทรีย์ สารอินทรีย์ และปัจจัยกายภาพ กับส่วนที่มีชีวิต ได้แก่ ผู้ผลิต (สามารถสร้างอาหารเองได้) ผู้บริโภคขนาดใหญ่และผู้บริโภคขนาดเล็ก (หรือผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นอนินทรีย์) ทั้ง 2 ชนิดหลังนี้ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้

แนวคิดของระบบนิเวศที่สำคัญ คือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตเกิดขึ้นอย่างมีกฎเกณฑ์เกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน และมีความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบย่อยหรือหน่วยย่อยต่าง ๆ ในระบบซึ่งต่างมีบทบาทของตนเอง ไม่มีสิ่งมีชีวิตใดอยู่ได้โดยปราศจากสิ่งแวดล้อม โดยธรรมชาติสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตของระบบนิเวศมีการสานต่อยึดโยงกันอย่างแยกออกจากกันยาก

ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศทั้งหลายต้องอยู่ในภาวะการเปลี่ยนแปลงอย่างสมดุลย์ (dynamic equilibrium) โดยธรรมชาติเสมอ และการที่องค์ประกอบทั้งหลายของระบบนิเวศมีกิจกรรมที่สัมพันธ์ซึ่งกันและกัน แบบยึดโยงอย่างสลับซับซ้อน โดยตลอดทั้งระบบนั้นจึงเป็นที่แน่นอนว่าหากองค์ประกอบส่วนใดส่วนหนึ่งถูกทำให้กระทบกระเทือนแม้เพียงเล็กน้อย ผลแห่งการกระทำนั้นจะถูกส่งทอดไปถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ทั่วทั้งระบบ ระบบนิเวศที่สามารถปรับตัวเข้าสู่สภาวะแห่งความสมดุลใหม่ได้อีกครั้งหนึ่งจะคงอยู่ต่อไปได้ แต่หากผลกระทบนั้นรุนแรงเกินกว่าที่ระบบจะปรับตัวให้เข้าสู่สมดุลใหม่ได้ ระบบนั้นทั้งระบบต้องแตกสลายลง

ความสัมพันธ์ของระบบนิเวศกับประชากร

จิรากรณ์ (2537) ได้ให้คำจำกัดความของนิเวศวิทยาประชากร คือการศึกษาถึงการกระจายและความมากน้อยของสิ่งมีชีวิต ในขณะเดียวกันประชากรของสิ่งมีชีวิตจะมีลักษณะที่เหมือนกันประการหนึ่งคือการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรขึ้นลงในช่วงเวลาต่าง ๆ กันเป็นอย่างมาก ดังนั้นถ้าเรารู้ว่าสิ่งที่ทำให้มีการเพิ่มหรือลดจำนวนประชากรนั้นมีปัจจัยอะไรที่เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดก็จะทำให้เราเข้าใจถึงการกระจายและความมากน้อยของสิ่งมีชีวิตได้อย่างแท้จริง

ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนประชากรก็คือการเกิด (atality) ในขณะที่ปัจจัยที่จะลดจำนวนประชากรก็คือการตาย (mortality) ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะของสภาพแวดล้อม นอกจากนี้สภาพแวดล้อมยังเป็นปัจจัยที่ตัดสินใจโอกาสที่จะอยู่รอด จนถึงมีโอกาสที่จะสืบพันธุ์และแพร่พันธุ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละตัวสภาพแวดล้อมยังคงมีอิทธิพลต่ออายุเฉลี่ยของประชากร อัตราการเจริญเติบโตและความดกของการแพร่พันธุ์ (fecundity) เราจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของประชากรมาก แต่ปัญหาก็คือจะเลือกศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมประการใดที่สำคัญต่อประชากรของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ นอกจากนี้ จิรากรณ์ (2537) ยังได้กล่าวถึงทฤษฎีหลาย ๆ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องระหว่างนิเวศวิทยากับวิวัฒนาการและพันธุกรรมที่ใช้อธิบายกับระบบประชากร ที่สำคัญคือ

ทฤษฎีของนิโคสัน (Nicoson's theory) ซึ่งได้เสนอทฤษฎีขึ้นมาว่า "ประชากรเป็นระบบที่มีการจัดการภายในตัวเองเพื่อให้อยู่ในสภาวะที่สมดุลย์กับสภาพแวดล้อม ซึ่งถ้าสมดุลย์นี้เปลี่ยนแปลงไปก็จะมีการพยายามจัดตัวเพื่อให้เข้าสู่สมดุลย์ใหม่ โดยสภาพแวดล้อมนั้นจะทำหน้าที่เป็นปัจจัยควบคุมที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่น (density dependent factors) ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของประชากรนั้น ๆ

ทฤษฎีของไมลน์ (Milne's theory) กล่าวว่า "การควบคุมประชากรเป็นผลร่วมกันระหว่างปัจจัยควบคุมที่ขึ้นและไม่ขึ้นกับความหนาแน่น โดยบางกรณีจะมีการแก่งแย่งระหว่างสิ่งมีชีวิตพวกเดียวกัน ซึ่งเป็นปัจจัยควบคุมที่ขึ้นกับความหนาแน่น ทำหน้าที่ควบคุมการเพิ่มของประชากร แต่ในขณะเดียวกันก็จะมีปัจจัยควบคุมที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นคอยป้องกันไม่ให้ประชากรนั้นสูญพันธุ์ไป โดยที่เมื่อประชากรลดต่ำลงจนถึงระดับหนึ่งแล้วปัจจัยควบคุมที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นก็จะกลับทำหน้าที่เป็นตัวเพิ่มจำนวนประชากร"

ทฤษฎีของชิตตี้ (Chitty's theory) ที่มีความคิดว่า "ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมชนิดยีน (Genotype) ที่อ่อนแอในประชากรก็มีโอกาสที่จะเพิ่มจำนวนขึ้นมาในประชากรนั้น ๆ ทำให้จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นผลของปัจจัยสภาพแวดล้อมปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งจึงมักจะมีอิทธิพลที่ความหนาแน่นประชากรสูงมากกว่าที่ความหนาแน่นประชากรต่ำ เนื่องมาจากที่ความหนาแน่นสูงนั้นมีชนิดยีนที่อ่อนแอมากกว่านั่นเอง"

ทฤษฎีของพิเมนเทล (Pimentel's theory) เสนอว่า "ประชากรจะมีตัวควบคุมที่เป็นกลไกการควบคุมย้อนกลับทางพันธุกรรม (genetic feedback mechanism)" เช่น ถ้าสัตว์กินพืชมีประชากรเพิ่มมากขึ้นก็จะไปมีผลต่อการเลือกชนิดยีนของพืช โดยทำให้ชนิดยีนที่ทนต่อสัตว์กินพืชนั้นได้ดี มีโอกาสรอดเพิ่มมากขึ้นจนย้อนกลับไปมีผลเสียต่อประชากรของ

สัตว์กินพืชในที่สุด หรือในกรณีของความสัมพันธ์ระหว่างผู้ล่ากับเหยื่อ ก็เชื่อว่าจะถูกควบคุมด้วยวิธีการนี้เช่นกัน แต่เขาไม่ได้เสนอว่ากระบวนการนี้เป็นกลไกเพียงประการเดียวที่ควบคุมประชากร เพียงแต่บอกว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญที่ทำให้ประชากรมีเสถียรภาพได้

ทฤษฎีของเดนบอร์ (Den Boer's theory) กล่าวว่า "ในบริเวณที่อยู่อาศัยต่าง ๆ จะมีลักษณะของความไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ในขณะที่ประชากรหนึ่ง ๆ ก็จะมีสมาชิกแต่ละตัวที่มีชนิดยีนแตกต่างกันไปเช่นกัน ผลก็คือสมาชิกแต่ละตัวในแต่ละจุดของบริเวณที่อยู่อาศัยก็จะได้รับผลของปัจจัยสภาพแวดล้อมไม่เท่าเทียมกัน ซึ่งโดยรวมแล้วจะทำให้ประชากรมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากและลดโอกาสที่ประชากรนั้นจะสูญพันธุ์เนื่องจากปัจจัยสภาพแวดล้อม"

การคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติกับประชากร

การคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติ (natural selection) สามารถมีอิทธิพลต่อประชากร คือมีผลต่อพลวัตรและโอกาสของการสูญพันธุ์ในประชากรต่อกระบวนการที่การคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติจะมีต่อประชากร เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นต่อประชากรนั้น ๆ หรือเนื่องจากสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในกลุ่มสังคมชีวิตจะมีปฏิสัมพันธ์กันไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง ดังนั้นผลของการคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติก็ย่อมส่งผลต่อกลุ่มสังคมชีวิตทั้งหมดไปด้วย จึงเห็นได้ว่าการคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติจะเป็นทั้งสาเหตุและผลสืบเนื่องต่อความแตกต่างทางนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตแต่ละตัวหรือประชากร ทั้งในทางตรงและทางอ้อม

ผลโดยตรงนั้นสามารถที่จะจำแนกได้ 2 ประการคือ ประการแรกสิ่งมีชีวิตแต่ละตัวในประชากรหนึ่ง ๆ จะมีลักษณะเฉพาะที่ปรากฏ (phenotypes) แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นการอยู่รอด ความสามารถในการสืบพันธุ์และการเจริญพันธุ์ ซึ่งจะได้รับอิทธิพลจากการคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติไม่เท่ากัน ประการที่สองเนื่องจากขนาดของประชากรและพลวัตรของการเปลี่ยนแปลงประชากรจะขึ้นอยู่กับลักษณะของยีน (genotype) หรือความถี่ของยีนก็จะขึ้นอยู่กับขนาดของประชากร ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับลักษณะหรือความถี่ของยีนก็ย่อมจะมีผลต่อประชากรหรือในทางกลับกันการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรก็ย่อมมีผลต่อความถี่และลักษณะของยีน

ผลโดยอ้อม ทฤษฎีทางนิเวศวิทยาโดยทั่วไปมักจะถือว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดเป็นรูปธรรมที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น จะสนใจเฉพาะพลวัตรของประชากรและ

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมหรือกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ในความเป็นจริงแล้ว การเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงความมากน้อยสัมพัทธ์ (relative abundance) โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อยู่ต่างลำดับขั้นในเชิงอาหารก็จะมีผลเป็นอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงทิศทางและกระบวนการที่การคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผู้ล่าจะมีผลอย่างรุนแรงต่อรูปแบบของการป้องกันตัวของเหยื่อชนิดต่าง ๆ ที่จะทำให้เหยื่อแต่ละชนิดประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิตอยู่ได้มากน้อยต่างกัน หรือการคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติอาจจะมีผลต่อความสามารถในการต่อสู้แก่งแย่งของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ทำให้สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งที่เป็นคู่ต่อสู้สามารถเพิ่มจำนวนขึ้นได้ แต่ถ้าความสามารถในการต่อสู้แก่งแย่งลดลง โดยอาจจะเนื่องมาจากการแทนที่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันแต่มีลักษณะของยีนที่แตกต่างกัน ก็ย่อมจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในกลุ่มสังคมชีวิตได้อย่างรุนแรง

การเปลี่ยนแปลงผลของการคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติที่มีต่อลักษณะของยีนแต่ละลักษณะ ก็อาจจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับประชากรของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ และผลของการคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติที่มีทิศทางที่แน่นอนก็อาจจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและการคงอยู่ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ได้ ดังนั้นการคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติจึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งระดับความรุนแรงของปฏิสัมพันธ์และรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในกลุ่มสังคมชีวิตได้ ซึ่งมีผู้พบว่าจะมีผลอย่างสำคัญต่อพลวัตรและเสถียรภาพของกลุ่มสังคมชีวิต (Burns, 1990) ซึ่งอาจจะส่งผลไปถึงการสูญพันธุ์หรือการวิวัฒนาการอย่างรวดเร็วของสิ่งมีชีวิตที่เหลืออยู่เมื่อมีการปรับเข้าสู่สภาวะสมดุลใหม่ หรือแม้การเปลี่ยนแปลงความถี่ของหน่วยทางกรรมพันธุ์บนยีนเพียงเล็กน้อยก็อาจจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและความหนาแน่นประชากรของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด และถ้าสิ่งมีชีวิตนั้นเป็นสิ่งมีชีวิตที่เป็นกุญแจสำคัญ หรือมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอย่างสูงแล้ว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นก็จะยิ่งมีความรุนแรงมากขึ้น

บทบาทของความหลากหลายของระบบนิเวศต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในหลายประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง มีระบบนิเวศที่แตกต่างหลากหลายอยู่มากมาย ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด อาจกล่าวได้ว่าจำนวนชนิดพันธุ์พืชและสัตว์ที่พบในประเทศไทย คิดเป็นประมาณร้อยละ 7 ของจำนวนชนิดพันธุ์พืชและสัตว์ทั้งหมดที่พบในโลก แต่อย่างไรก็ตามในช่วง 3 ทศวรรษที่ผ่านมาความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกทำลายไปเป็นจำนวนมาก พื้นที่ป่าไม้ซึ่งเคยมีครึ่งหนึ่งของพื้นที่ประเทศได้ลดลงเหลือเพียงหนึ่งในสี่ นอกนั้นป่าที่เหลือก็มีสภาพเสื่อมโทรม สัตว์และพืชหลายชนิดอยู่ในสภาวะถูกคุกคามใกล้จะสูญพันธุ์และสูญพันธุ์ไปแล้ว การคุกคามต่อความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยยังคงดำเนินอยู่ต่อไปเรื่อยๆ ในขณะที่กิจกรรมการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพไม่สามารถที่จะทำให้การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพลดลงได้ หนึ่งในปัญหาสำคัญอันเป็นสาเหตุดังกล่าว ได้แก่ การขาดความร่วมมือกัน ในการดำเนินงานเพื่ออนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งปัจจุบันทั่วโลกได้ตระหนักดีว่าความร่วมมือทั้งในประเทศและระหว่างประเทศเพื่อร่วมกันอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นสิ่งสำคัญอย่างที่สุด ซึ่งรวมถึงความร่วมมือในการวิจัยค้นคว้า การแลกเปลี่ยนความรู้ ตลอดจนการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องด้วย

ความหลากหลายทางชีวภาพ หมายถึง การมีสิ่งมีชีวิตนานาชนิดหลากสายพันธุ์อยู่ในระบบนิเวศที่แตกต่างกันในโลกนี้ โดยที่ความหลากหลายทางชีวภาพมีองค์ประกอบอยู่ 3 ประการคือ ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ ความหลากหลายภายในชนิดพันธุ์ ซึ่งทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม และความหลากหลายของระบบนิเวศ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2539)

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์อาจเป็นสิ่งที่เห็นได้ชัดที่สุด พืช สัตว์ จุลินทรีย์มากมายหลายชนิดรอบตัวเรา คือความหมายของความหลากหลายของชนิดพันธุ์ในโลกนี้มีสิ่งมีชีวิตประมาณ 1.7 ล้านชนิดที่ได้รับการจำแนกวินิจฉัยแล้ว แต่นักวิทยาศาสตร์คาดว่าสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในโลกมีมากกว่านั้นอีกหลายเท่า อาจจะมากกว่า 12 ล้านชนิดด้วยซ้ำไป แมลงในโลกนี้ที่จำแนกวินิจฉัยแล้วมีถึง 950,000 ชนิด มากเสียกว่าสัตว์กลุ่มอื่น ๆ และพืชมากมายนัก การทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นในโลกอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องจนถึงทุกวันนี้มีผลให้สิ่งมีชีวิตหลายชนิดสูญสลายไปเสียก่อนที่โลกจะค้นพบและจำแนกวินิจฉัย

ความหลากหลายในพันธุกรรมอาจมองไม่เห็นชัดนัก แต่ความจริงคือว่าในทุกชนิดพันธุ์มิใช่มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ ในประชากรของชนิดพันธุ์ใด ๆ แต่ละตัว แต่ละต้น ของพืช สัตว์ จุลินทรีย์ มีพันธุกรรมที่แตกต่างหลากหลาย การแตกต่างกันของพันธุกรรมในชนิดพันธุ์ใด ๆ เป็นผลมาจากกระบวนการวิวัฒนาการ หากปราศจากเสียซึ่งความหลากหลายทางพันธุกรรมเสียแล้ว สิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ อาจไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของโลกที่ผันแปรไปเรื่อย ๆ และไม่สามารถพัฒนาความต้านทานต่อโรคใหม่ ๆ ได้ ความอยู่รอดของชนิดพันธุ์ใด ๆ จึงตกอยู่ในความเสี่ยง หากในประชากรของชนิดพันธุ์นั้นไม่มีความแตกต่างหลากหลายในพันธุกรรม

ความหลากหลายในระบบนิเวศ หมายถึง ความแตกต่างผันแปรในที่อยู่อาศัยในสภาพแวดล้อมที่กลุ่มของสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ด้วยกัน และประกอบรวมกันเป็นหน่วยหนึ่งของระบบของโลก มีระบบนิเวศมากมายหลายประเภทในโลกและในประเทศไทย เช่น ป่าผสมผลัดใบ ป่าดิบชื้น ป่าชายเลน ชายหาด ทะเลสาบ แนวปะการัง ฯลฯ

การอนุรักษ์ความหลากหลายของระบบนิเวศเท่ากับอนุรักษ์ชนิดพันธุ์ในระบบนิเวศโดยอัตโนมัติ การอนุรักษ์เฉพาะชนิดพันธุ์เป็นเรื่องที่ทำได้ยาก เนื่องจากชนิดพันธุ์ใด ๆ ต่างมีแหล่งที่อยู่อาศัย เมื่อแหล่งที่อยู่อาศัยหมดไป ชนิดพันธุ์ย่อมตกอยู่ในอันตรายจากการสูญพันธุ์ นอกจากนั้นในแหล่งนิเวศใด ๆ ยังมีชนิดพันธุ์ต่าง ๆ อาศัยอยู่มากมาย ทั้งที่ได้จำแนกแล้วและยังมิได้จำแนกและค้นพบมาก่อน การอนุรักษ์ความหลากหลายของระบบนิเวศจึงรักษาความหลากหลายทางชีวภาพไว้ได้มากที่สุด

บทบาทและความสำคัญของธาตุไนโตรเจน

การที่จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและมีการพัฒนาได้ดีนั้น ธาตุอาหารพืชเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก ไนโตรเจนเป็นธาตุหนึ่งที่มีความสำคัญในการจัดการธาตุอาหารพืช กล่าวได้ว่าเป็นธาตุที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากที่สุดในบรรดาธาตุอาหารต่าง ๆ ที่พืชได้รับจากดิน ธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก คลอโรฟิลล์ โคเอนไซม์ ฮอร์โมนบางชนิดและสารประกอบอื่น ๆ (สมบุญ, 2538) ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนแต่มีผลต่อการเจริญเติบโตและดำรงชีวิตของพืชทั้งสิ้น โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนมีส่วนช่วยให้พืชมีการสร้างโปรตีน ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรโตพลาส โดยที่โปรตีนจะประกอบขึ้นด้วยกรดอะมิโน ซึ่งกรดอะมิโนเหล่านี้ จะมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ และ

นอกจากนั้นไนโตรเจนยังเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีส่วนสำคัญที่ทำให้พืชมีสีเขียว ซึ่งจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืช ถึงแม้ว่าธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารพืชที่มีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่ดินส่วนใหญ่ของประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้นมักมีธาตุไนโตรเจนไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช หรือมีปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ค่อนข้างต่ำมาก เนื่องจากธาตุไนโตรเจนสูญเสียไปจากดินได้ง่าย เช่น สูญเสียไปโดยการชะล้าง (leaching) จากฝนที่ตกลงมาหรือจากน้ำชลประทาน โดยเฉพาะในรูปของ NO_3^- และ NH_4^+ หรืออาจจะเกิดจากการชะล้างพังทะลาย (erosion) ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญในระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำ นอกจากนี้ยังมีการสูญเสียในรูปของก๊าซ (volatilization) ได้อีกด้วย โดยเฉพาะในดินที่มีสภาพน้ำขัง และที่สำคัญคือสูญเสียไปจากดินเนื่องจากการนำไปใช้ของพืชและจุลินทรีย์ดินนั่นเอง (สมชาย, 2535)

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการไนโตรเจนเพื่อการดำรงชีวิต เพราะว่าไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีนทุกชนิด แต่ธาตุไนโตรเจนที่มีอยู่ในโลกประมาณ 98 % ถูกจับอยู่ในชั้นหินที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ส่วนที่เหลืออีก 2 % คือ unbound nitrogen ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ แต่จะอยู่ในรูปแก๊สถึง 99.96 % ส่วนประกอบของฮิวมัส 20 % ในส่วนประกอบของสารอินทรีย์ที่ก้นทะเล 0.01 % และในสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์และจุลินทรีย์อีกประมาณ 0.005 % (Aldrich, 1980) จากตัวเลขดังกล่าวจะเห็นได้ว่าไนโตรเจนในรูปที่ใช้ประโยชน์ได้จริง ๆ นั้นอยู่ในรูปของแก๊สประมาณ 78 % แต่ทั้งพืชและสัตว์ไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรงจะต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีให้เกิดเป็นสารประกอบไนโตรเจนเสียก่อนจึงจะนำไปใช้ได้ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของปุ๋ยไนโตรเจน ในการสังเคราะห์ปุ๋ยไนโตรเจนได้มีขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1921 โดยการตรึง (fix) แก๊สไนโตรเจน (N_2) จากอากาศเพื่อให้เกิดเป็นแอมโมเนียม (NH_3) เป็นกระบวนการรวมแก๊ส N_2 เข้ากับแก๊ส H_2 ภายใต้อุณหภูมิสูง 400-500 องศาเซลเซียส และความดัน 100-200 บรรยากาศ ซึ่งการผลิตโดยกระบวนการนี้จะต้องทำในรูปโรงงานอุตสาหกรรมที่มีราคาแพง และใช้พลังงานสูง ทำให้มี ต้นทุนในการผลิตสูงตามไปด้วย โดยที่ในปัจจุบันนี้ได้มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจากวิธีการดังกล่าวนี้มาก เพื่อนำมาทำการผลิตพืชและอาหารให้เพียงพอต่อการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างต่อเนื่องและไม่มีความรอบคอบ ทำให้เกิดผลเสียต่าง ๆ ต่อระบบนิเวศและสภาพแวดล้อมของโลกแล้วนอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตอีกด้วย

กระบวนการผลิตปุ๋ยไนโตรเจนอีกกรรมวิธีหนึ่งเป็นวิธีการตรึงแก๊สไนโตรเจนเช่นกัน แต่ใช้พลังงานต่ำและมีเอนไซม์ที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตเป็นตัวรวม N_2 กับ H_2 ให้เป็น NH_3 และใช้พลังงานในรูป ATP ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนี้เรียกว่ากระบวนการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพ (Biological Nitrogen Fixation หรือ BNF) และเอนไซม์ที่สามารถรวม N_2 กับ H_2 ให้เป็น NH_3 เรียกว่า Nitrogenase enzyme ซึ่งพบว่ามีอยู่ในจุลินทรีย์พวก Prokaryote บางชนิดเท่านั้น เช่น ในพวก Bacteria, Cyanobacteria และ Actinomycetes จุลินทรีย์ดังกล่าวนี้บางชนิดสามารถอยู่ในดินได้โดยอิสระและบางชนิดจะต้องอยู่รวมกับพืชจึงจะสามารถตรึงไนโตรเจนได้ จุลินทรีย์พวกที่อาศัยอยู่ในดินโดยอิสระมีทั้งพวก Aerobic และ Anaerobic และพวกที่อยู่ร่วมกับพืชก็มีทั้งที่เป็นพืชน้ำขนาดเล็กจนถึงพืชไร่บนบกและไม้ยืนต้นบางชนิด

ขอบเขตและความหมายของกระบวนการตรึงไนโตรเจน

กระบวนการตรึงไนโตรเจน หมายถึงกระบวนการทางชีวเคมีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก๊สไนโตรเจนเป็นแอมโมเนียมไอออนโดยใช้พลังงานในรูปของ ATP และ Reducing Power มีเอนไซม์ไนโตรจีเนส (nitrogenase enzyme) เป็นตัวเร่งปฏิกริยา แอมโมเนียมที่ผลิตได้จากกระบวนการตรึงไนโตรเจนจะถูกใช้เป็นแหล่งกำเนิดของโปรตีนของสิ่งมีชีวิตในโลก (ไพเราะ, 2520) ซึ่งสอดคล้องกับที่ สมศักดิ์ (2541) ได้ให้ความหมายของกระบวนการตรึงไนโตรเจน คือ การเปลี่ยนแปลงรูปไนโตรเจนจากแก๊สไนโตรเจน (N_2) ในบรรยากาศ ในดินและในน้ำ ให้อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic Nitrogen) โดยมีเอนไซม์ที่สำคัญคือ ไนโตรจีเนส เอนไซม์ โดยสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นครั้งแรกส่วนใหญ่จะเป็นกรดอะมิโน (amino acid) ซึ่งได้แก่ แอสพาราจินกับกลูตามิน แต่บางชนิดของสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนอาจอยู่ในรูปของยูริไอด์ (ureide) จุลินทรีย์ดินหลายชนิดสามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนจากอากาศแล้วเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมหรือสารประกอบไนโตรเจน โดยใช้พลังงานในรูปของ ATP และ Reducing Power ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้เป็นพวก Procaryote ได้แก่ แบคทีเรีย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และแอกติโนมัยซีส ต่อมาได้มีการแบ่งกลุ่มของจุลินทรีย์เหล่านี้ตามลักษณะความสัมพันธ์ของกระบวนการตรึงไนโตรเจนออกเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ตรึงไนโตรเจนได้ต่อเมื่ออาศัยร่วมกับพืช (symbiotic nitrogen fixation) เช่น เชื้อไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่ว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกับแหนแดง และแอกติโนมัยซีสกับสนปฏิพัทธ์

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ตรึงไนโตรเจนแบบอิสระ (free living nitrogen fixation) เช่น *Azotobacter* sp., *Beijerinckia* sp. และ *Azomonas* sp.

กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ตรึงไนโตรเจนแบบสัมพันธ์กับพืช (associative nitrogen fixation) เช่น *Azospirillum* sp. กับพืชตระกูลหญ้า

การตรึงไนโตรเจนแบบอิสระ หมายถึง กระบวนการตรึงแก๊สไนโตรเจนจากอากาศโดยแบคทีเรียหรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งมีชีวิตอยู่อย่างอิสระโดยไม่ต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ (Dobereiner และ Day, 1976)

การตรึงไนโตรเจนแบบสัมพันธ์กับพืช หมายถึง กระบวนการตรึงไนโตรเจน ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนแบบอิสระกับรากพืช โดยแบคทีเรียเหล่านี้จะอาศัยอยู่ในดินบริเวณรอบ ๆ รากและบนผิวของราก หรือในเนื้อเยื่อของรากพืช การตรึงไนโตรเจนแบบสัมพันธ์กับพืชไม่มีการสร้างโครงสร้างพิเศษ (เกิดเป็นปม) เหมือนกับเชื้อไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่ว (Partriquin และคณะ, 1983)

ความสำคัญของกระบวนการตรึงไนโตรเจนแบบอิสระและแบบสัมพันธ์กับพืช

ในกลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีการตรึงไนโตรเจนแบบอิสระนั้นประกอบด้วยแบคทีเรียอยู่ประมาณ 26 สกุล (genera) เป็นพวก Aerobic ประมาณ 4 สกุล และ Anaerobic ประมาณ 22 สกุล (Burns และ Hardy, 1973) โดยที่มีการศึกษาเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรมีการกระทำกันมากในกลุ่ม Aerobic Bacteria ได้แก่ Azotobacter, Azospirillum และ Klebsiella

ในสภาพดินที่ไม่มีการรบกวน เช่น ที่รกร้างว่างเปล่าและป่าไม้ จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนแบบอิสระมีบทบาทสำคัญในการหมุนเวียนไนโตรเจนจากอากาศลงสู่ดิน เพราะสารอินทรีย์จากการผุผังของชิ้นส่วนพืชจะกระตุ้นให้จุลินทรีย์กลุ่มนี้ตรึงไนโตรเจนได้มากขึ้น (Ladha และ Boonkerd, 1989) ดังนั้นถ้าได้มีการจัดการที่ดีเพื่อเอื้ออำนวยให้จุลินทรีย์กลุ่มนี้ทำงานได้ดี ก็สามารถที่จะรักษาสภาพดินให้มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ได้ ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะไม่มากนัก แต่เนื่องจากจุลินทรีย์กลุ่มนี้มีอยู่มากมายทั่วทุกแห่ง การเพิ่มหรือลดของประชากรมีผลต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนลงสู่ดินอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในระยะยาวก็มีการสะสมไนโตรเจนได้มากพอควร ซึ่งถ้าหากได้มีการจัดการให้จุลินทรีย์ดังกล่าวมีอยู่ในดินในปริมาณที่เหมาะสมก็ย่อมจะเกิดผลดีเป็นอย่างยิ่ง แต่การปฏิบัติในปัจจุบัน

นี้ไม่เอื้ออำนวยให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์เหล่านี้ดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่น พื้นที่เกิดความแห้งแล้ง อุณหภูมิสูง ขาดอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของจุลินทรีย์ ต่าง ๆ เหล่านี้เป็นต้น

อิทธิพลของสภาพแวดล้อม เช่น ความเป็นกรด - ด่างของดิน อุณหภูมิดิน ความชื้น ความแห้งแล้งและพืชอาศัย ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการดำรงชีวิตและการเปลี่ยนแปลงประชากรของจุลินทรีย์ดินเป็นอย่างมาก ในกลุ่มแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนแบบอิสระและแบบสัมพันธ์กับพืช พบว่า พืชมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของแบคทีเรียกลุ่มนี้มาก เพราะแบคทีเรียสองกลุ่มนี้ต้องการสารอินทรีย์ที่พืชปลดปล่อยออกมาทางราก (Okon และ Kapulnik, 1986) และนอกจากนี้ยังพบว่าอินทรีย์วัตถุในดินมีอิทธิพลต่อประชากรของแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็นอันมาก คืออินทรีย์วัตถุสูง 2-4 % จะสามารถทำให้ปริมาณประชากรเพิ่มขึ้นและความแห้งแล้ง ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช และการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน จึงมีผลต่อจุลินทรีย์ในดินดังกล่าวด้วย (Ishac และคณะ, 1986)

พันธุวิศวกรรมกับการตรึงไนโตรเจน

เป็นเวลามากกว่า 50 ปีมาแล้ว ได้มีการศึกษาวิจัยงานในด้านพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) เกิดขึ้นอย่างมากมาย ผลจากการศึกษาและวิจัยด้านนี้ทำให้เกิดการพัฒนาอย่างมาด้านพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล (molecular genetic) ซึ่งจะมีการนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอย่างมากทางด้านชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ ความสำเร็จทางด้านพันธุวิศวกรรมเกิดจากการมีผู้ค้นพบวิธีการต่าง ๆ ขึ้นมากมาย เช่น สามารถแยกดีเอ็นเอให้บริสุทธิ์ สามารถตัดและต่อดีเอ็นเอที่จุดจำเพาะได้ในหลอดทดลอง (in vitro) และสามารถเคลื่อนย้ายดีเอ็นเอเข้าสู่เซลล์ได้ในหลอดทดลอง

พันธุวิศวกรรม หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอเพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ โดยวิธีการที่สามารถทำให้เกิดตามขั้นตอนที่วางไว้และทำให้เกิดได้ในหลอดทดลอง โดยปกติมักทำโดยนำยีนส์จากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปเข้าสู่สิ่งมีชีวิตหนึ่ง ซึ่งเมื่อยีนเข้าไปแล้วสามารถจะถ่ายแบบ (replication) และถ่ายทอดไปยังลูกหลานของสิ่งมีชีวิตใหม่ได้ในบางกรณี นอกจากยีนนั้นจะถ่ายแบบและถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้แล้วแต่ยีนนั้นยังสามารถผลิต Polypeptide ออกมาตามชนิดของยีนที่เข้าไปได้ นอกจากนี้คำว่าพันธุวิศวกรรมยังสามารถเรียกได้อีกหลายคำ เช่น Recombinant DNA technology หรือ Gene manipulation กล่าวคือ เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรม

หรือดีเอ็นเอ ซึ่งทำโดยการเปลี่ยนแปลงการเรียงตัวของสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอในสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งเสียใหม่ โดยการตัดต่อดีเอ็นเอหรือยีนของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเข้าไป การตัดต่อดีเอ็นเอนี้จะทำในหลอดทดลอง โดยใช้เอนไซม์บางชนิดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา หลังจากตัดต่อดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตสองชนิดเข้าด้วยกันแล้ว จะได้ดีเอ็นเอใหม่ที่เรียกว่า Recombinant DNA จากนั้นจึงย้ายดีเอ็นเอสายผสมที่ได้เข้าสู่แบคทีเรียต่อไป กระบวนการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอตามขั้นตอนดังกล่าวมานี้เรียกว่า Cloning

พันธุวิศวกรรมกับการตรึงไนโตรเจนในปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคนิคต่าง ๆ ทางพันธุวิศวกรรมมาศึกษาอย่างจริงจังกับการตรึงไนโตรเจน โดยเฉพาะกับเชื้อ *Rhizobium* sp. กับพืชตระกูลถั่ว ซึ่งเป็นการตรึงไนโตรเจนแบบพึ่งพา ซึ่งแม้ว่าจะมีการศึกษากันอย่างจริงจังก็ตามแต่ก็ยังขาดข้อมูลที่สำคัญ ๆ ที่จะนำผลการทดลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่นเดียวกับการตรึงไนโตรเจนแบบอิสระและแบบสัมพันธ์กับพืช ซึ่งถือได้ว่าเป็นกลุ่มที่มีประชากรตรึงไนโตรเจนที่ใหญ่ที่สุด ซึ่งก็ได้มีการศึกษาโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ทางด้านพันธุวิศวกรรมมานานแล้ว โดยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่มีความสำคัญมากในการตรึงไนโตรเจนร่วมกับพืชตระกูลหญ้าในเขตร้อน โดยที่ Okon และคณะ (1995) ได้นำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมกับ *Azospirillum* เริ่มจากการศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของเชื้อ *Azospirillum* ใช้เทคนิค 16S และ 23S rRNA homology, RFLP, RAPD ซึ่งจากการใช้เทคนิคเหล่านี้ทำให้ทราบถึงตำแหน่งและการทำงานใน Rhizosphere อีกด้วย นอกจากนี้ยังมีการใช้ Phylogenetic Oligonucleotideprobe เพื่อศึกษาใน *Azospirillum* Sp7 และ Sp245 ด้วย เพื่อทราบถึงรูปแบบของตำแหน่งภายหลังจากการปลูกเชื้อร่วมกับพืช เช่น ข้าวสาลี เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่า strain Sp245 จะเข้าสู่ใจกลางท่อน้ำท่ออาหารหลังจาก 2 สัปดาห์ และ strain Sp 7 จะอยู่บริเวณผิวรากภายหลังการปลูกเชื้อ ในส่วนของยีนได้ศึกษาเกี่ยวกับ reporter gene ได้แก่ GUS และ lacZ เพื่อที่จะศึกษาถึงตำแหน่งบนรากขนอ่อนและตำแหน่งในการเข้าสู่รากแขนง (lateral root) ตลอดจนการตรึงไนโตรเจนภายใต้สภาวะที่มีการควบคุมออกซิเจน ต่อมา Fancelli และคณะ (1995) ได้ใช้เทคนิคทางด้าน Molecular Marker (RAPD, random amphified polymorphic DNA) เพื่อตรวจสอบและจำแนก *Azospirillum* เริ่มจากตรวจสอบโดยใช้ probe กับการใช้เทคนิค REA, RFLP, rRNA suquence analysis แต่การทดลองนี้ใช้ RAPD probe ที่ใช้มี 3 ตัวคือ α4 (ได้จาก *A. lipoferum* ATCC297131), α1C (ได้จาก *A. brasilense* Cdr) และ α6 (ได้จาก *A. amazonense* Y2) เพื่อที่จะนำมาใช้ในการทดสอบ

ความจำเพาะเจาะจงกับ DNA ที่สกัดจาก *Azospirillum* ผลที่ได้พบว่ามีเพียง 1 probe เท่านั้น คือ α4 ที่มีความจำเพาะเจาะจงมาก จากนั้นก็ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของ probe นี้ในหลาย ๆ สภาพแวดล้อม ภายหลังจากการปลูกเชื้อ *Azospirillum* จากดินอีกครั้ง แล้วนำมาเพิ่มขยายโดยใช้ dot-blotted และ hybridized กับ probe α4, α1C และ α6 อีกครั้ง ผลที่ได้คือ probe α4 จะมีความจำเพาะเจาะจงสูงมาก ๆ กับเซลล์ *Azospirillum* โดยเฉพาะกับ *A. lipoferum* ATCC29731 (ปลูกเชื้อ strain เดี่ยว ๆ) จากข้อมูลที่ได้เบื้องต้นนี้ ชี้ให้เห็นว่า probe ที่ได้จากการทำ RAPD marker นี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการตรวจสอบเชื้อแบคทีเรียได้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

ลักษณะทั่วไปของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum*

การจำแนกเชื้อ *Azospirillum* (Tarrand และคณะ, 1984) จำแนกได้ดังนี้

Order : Pseudomonadales

Family : Spirillaceae

Genus : *Azospirillum*

Species : *lipoferum, brasilense, amazonense* และ *halopraeferense*

Azospirillum sp. เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะรูปร่างเป็นท่อนกลมรีแท่งสั้น ๆ หรือโค้งงอจนถึงเป็นเกลียว เซลล์มีขนาด 0.9-1.2 μm เซลล์ย้อมติดสีแกรมลบมีการเคลื่อนที่โดยใช้ flagella การเคลื่อนที่เป็นแบบ corkscrew-like หรือโดยการสั่นสะท้อน โคโลนีเมื่อเลี้ยงบนอาหาร potato agar จะเป็นสีชมพูอ่อนจนถึงชมพูเข้ม อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 34-37 องศาเซลเซียส pH ที่เหมาะสมคือ 7 บางชนิดเจริญได้ดีในสภาพเป็นกรด การตรึงไนโตรเจนจะเกิดขึ้นได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย การหายใจบางชนิดจะใช้ออกซิเจน บางชนิดจะใช้ NO_3 และยังสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพของเกลืออินทรีย์ ได้แก่ Malate, Succinate, Lactate และ Pyruvate บางชนิดต้องการ Biotin แต่ทุกชนิดจะอยู่แบบสัมพันธ์กับพืช (associative) โดยเฉพาะกับรากของพืชตระกูลหญ้าหรือแม้กระทั่ง Tuber เชื้อ *Azospirillum* sp. แบ่งออกเป็น 5 species ได้แก่ *A. amazonense, A. lipoferum, A. brasilenes, A. irakense* และ *A. halopraeferense* (John และคณะ, 1994)

1. *Azospirillum lipoferum* เจริญได้ในอาหารที่เป็นกรดอินทรีย์ และเปลี่ยนคุณสมบัติของกรมอินทรีย์เป็นด่าง เมื่ออาหารเป็นด่างเซลล์จะเปลี่ยนรูปร่าง เซลล์จะเจริญขยายใหญ่ แต่ผนังเซลล์จะไม่เปลี่ยน ใช้น้ำตาลเป็นแหล่งของคาร์บอน ลักษณะของเซลล์ที่ไม่เป็น preomorphism จะคล้ายกับ *A. brasilense* ใช้ glucose แต้องการ biotin เลี้ยงในอาหารเหลวเป็นแกรมลบ เลี้ยงในวุ้นมีบ้างที่ติดสีแกรมโคโลนี จะเห็นชัดใน 48 ชั่วโมง เมื่อเลี้ยงในอาหาร potato agar ผสม malate โคโลนีมีขนาดเล็ก กลม เรียบ หลัง 1 สัปดาห์จะแห้งและย่น มีรูปร่างหลายแบบ มีสีชมพู มีคุณสมบัติเป็นขอบในวุ้น ซึ่งเกิดเมื่ออาหารเป็นด่าง เมื่อเปลี่ยน Malate เป็น Glucose หรือ Fructose โคโลนีใหญ่ มีเมือกขาวปรากฏปริมาณ G+C ใน DNA 69-70

2. *A. brasilense* ระยะแรกมีรูปร่างเหมือนกับ *A. lipoferum* แต่เซลล์สามารถเคลื่อนย้ายได้แม้อาหารจะเป็นด่าง เป็นแกรมลบทั้งหมดเมื่ออยู่ในอาหารเหลว มีลักษณะเฉพาะเมื่ออยู่ในอาหารวุ้น การเปลี่ยนแปลงในการย้อมสีเนื่องจาก Cyst โคโลนี ในอาหาร Potato agar จะมีสีแดง ในอาหารเหลวที่มีไนโตรเจนจะเจริญเร็วและเป็นเอกลักษณ์ไม่เป็นกลุ่ม ปริมาณ G+C ในโมเลกุล DNA 70-71

3. *A. amazonense* ลักษณะเซลล์เล็กกว่า 2 ชนิดแรก (0.9 x 3.5 m) มีเม็ดของ Poly-B-hydroxy butyrate (PHB) เซลล์เคลื่อนโดยการพองตัวเจริญในอาหารที่มีแอมโมเนียม เซลล์มีรูปร่างบาง ผอม มีเม็ดเล็ก ๆ มีแส้ (flagella) ขาว เจริญใน Malate N-free medium ได้น้อยแต่เจริญได้ดีใน Surcose หรือ Glucose pH ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต 5.8-6.8 ใน Potato agar มีโคโลนีเรียบสีขาว ขอบโคโลนียกสูง ตรึงไนโตรเจนได้ ปลดปล่อย NO_3^- ไม่เกิด Denitrification ไม่เจริญในสภาพขาดออกซิเจน ปริมาณ G+C ในโมเลกุล DNA 67-68 ประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน 30.9$\pm$1.2 mg N ต่อกรัม Surcose

4. A. halopraeferense เซลล์เป็นรูปโค้งหรือ S บางที เป็นรูปโค้งงอในอาหารที่เป็นด่าง ขนาดของเซลล์ 0.7-1.0 ไมครอน และอาจยาวเพิ่มเป็น 1.2 ไมครอน เคลื่อนย้ายได้โดยแฟลเจลลัมที่มีอยู่จุดเดียว มีปฏิกิริยาเป็น Oxidase Urease และ Nitrate reductase positive และเกิด Denitrification ไม่ใช้ Glucose แต่ใช้ Fructose ไม่เติบโตใน Potato agar ต้องการ NaCl 0.25 % สำหรับเจริญ pH เหมาะสม 6.8-8.0 ปริมาณ G+C ในโมเลกุล DNA 68.1 พบว่าอยู่ร่วมกับหญ้าคาลลาซึ่งเป็นพืชทนเค็ม

สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อ

1. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมของเชื้อ *Azospirillum* สามารถอยู่ระหว่าง 20-40 องศาเซลเซียส

2. ความเป็นกรดเป็นด่าง เชื้อ *Azospirillum* สามารถเติบโตได้เร็วในสภาพความเป็นกรดด่าง 5-7 (Dobereiner และคณะ, 1975) เชื้อ *Azospirillum* ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มี Malate เป็นแหล่งคาร์บอนจะทำให้อาหารเป็นด่าง และเชื้อจะตายเมื่ออาหารมีความเป็นด่าง ดังนั้นจึงเก็บรักษาเชื้อไว้ได้ไม่นาน

3. ออกซิเจน *Azospirillum* เจริญในอาหารกึ่งเหลวที่มี Malate เป็นแหล่งคาร์บอน เชื้อจะเจริญในอาหารลึก 1-3 มิลลิเมตร แสดงว่าเชื้อต้องการออกซิเจนน้อยกว่าปกติ แม้ว่าจะยังไม่ทราบปริมาณความต้องการออกซิเจน เพื่อใช้ในการหายใจ แต่ออกซิเจนที่ 0.005-0.0075 ของความดันบรรยากาศ ช่วยให้การตรึงไนโตรเจนได้สูง

4. แหล่งอินทรีย์คาร์บอน สารอินทรีย์ที่รากพืชขับออกมาเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับเชื้อ *Azospirillum* การที่เชื้อเข้าอยู่ในท่อน้ำท่ออาหารของรากพืช ทำให้เชื้อได้รับ Photosynthates เชื้อใช้ Sucrose เป็นอาหารไม่ได้ แต่ขบวนการทางชีวเคมีของรากพืชจะเปลี่ยน Surcose ให้เป็นสารอินทรีย์อื่นที่เหมาะสมกับเชื้อ *Azospirillum* ได้ สารประกอบที่รากพืชขับออกมาจะมีความจำเพาะแบคทีเรีย สารคาร์บอนที่รากหญ้าคาลลาขับออกมาเป็นแหล่งอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญและการตรึงไนโตรเจนของ *A. brasilense* (Malik และ Bital, 1989)

โครงสร้างทางพันธุกรรมของเชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน

ปัจจัยสำคัญทางพันธุกรรมของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน คือยีนตรึงไนโตรเจน (nif gene) และยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างปมราก (nod gene) ซึ่งยีนทั้ง 2 ชนิดนี้จะต้องมีโครงสร้าง (structure) การแสดงออก (expression) และการควบคุม (regulation) ที่แตกต่างกัน

1. โครงสร้างของยีนตรึงไนโตรเจน (nif gene) ในช่วงเวลา 20 ปีที่ผ่านมาการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับยีนที่ตรึงไนโตรเจนกันมาก พบว่ามียีนตรึงไนโตรเจนทั้งหมด 19 ยีน ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในระหว่างการแปรรหัส (transcription) สามารถแบ่งออกได้ 8 หน่วย รวมความยาว 8 Kb ในบรรดา 19 ยีนมีอยู่ 6 ยีน ได้แก่ nif W, S, U, X และ Y ที่ยังไม่ทราบหน้าที่

แน่นอนและ nif Z ยีนผลิตสารควบคุมการทำงาน (maturation) ของโปรตีน MoFe นั้นก็ยังไม่สามารถยืนยันได้เนื่องจากชนิดของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนมีมากมาย โครงสร้างของยีนจึงแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามจะมี nif H, D และ K เป็นโครงสร้างพื้นฐานอยู่เสมอ ในกระบวนการตรึงไนโตรเจน ส่วนยีนชนิดอื่น ๆ ก็จะแตกต่างไปตามชนิดของแบคทีเรีย

2. การแสดงออกของยีนตรึงไนโตรเจน การตรึงไนโตรเจนจะมีเอนไซม์อยู่ 2 ชนิด คือ Dinitrogenase (MoFe protein, molybdoredoxin) และ Dinitrogenase reductase (Fe protein, azoferredoxin) Dinitrogase คือตำแหน่งที่เกิด NH_3 และ Reduction โดยเกิดจากการรวมตัวของ nif D สองตัวเกิดเป็น Peptide (แอลฟ่า : α) และ nif K สองตัวเกิดเป็น Peptide (เบต้า : β) เรียงต่อเป็นแอลฟ่าสอง เบต้าสอง ($\alpha_2\beta_2$) นอกจากนี้ยังมี MoFe cofactor เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา MoFe cofactor เกิดจากการรวมตัวระหว่าง Mo Fe และ S ในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้วเข้าสู่ปฏิกิริยา Dinitrogenase โดยผ่านยีน 5 ชนิดคือ nif Q, B, U, E และ N เป็นตัวควบคุม Dinitrogenase Reductase เกิดจาก nif H สองยีนรวมตัวกันเป็น Peptide และผ่านสารประกอบจากยีน nif M แล้ว Modification ให้อยู่ในรูป Activate Modification นั้นเกิดจากโปรตีนที่มี Fe และ S เป็นตัวช่วยในระหว่างการตรึงไนโตรเจนจำต้องมีอิเลกตรอน 6 ตัว รวมกับโปรตรอน 6 ตัว เพื่อเกิด N_2 แล้วค่อยเป็น NH_3 ใน *K. pneumoniae* อิเลกตรอนได้จาก Pyruvate แล้วผ่านสารประกอบ Pyruvate Flovodoxin Oxidoreductase จากยีน nif J และผ่าน Flavodoxin จากยีน nif F หลังจากนั้นผ่านขั้นตอนต่าง ๆ อีก 8 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนใช้ ATP 2 โมเลกุล แล้วเปลี่ยนเป็น Dinitrogenase Reductase และ Dinitrogenase ในที่สุดจึงให้ N_2

3. ยีนควบคุม (gene regulation) แบคทีเรียตรึงไนโตรเจนจะแสดงการตรึงไนโตรเจนหรือไม่นั้นเกิดจากปริมาณ NH_3 หรือ O_2 ในสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญดังนี้

3.1 RNA polymerase การแสดงออกของยีนตรึงไนโตรเจนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนส่วนมากจะมีลำดับของกรดนิวคลีอิกที่คล้าย ๆ กัน โดยเฉพาะที่ตำแหน่งต้น ๆ ของยีนตรึงไนโตรเจน ระหว่าง 12 bp-24 bp เรียกว่า –12 GC และ –24 GC RNA polymerase ของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนประกอบด้วยส่วนประกอบที่พิเศษคือ $_{6}54$ (เป็นสารประกอบจากยีน ntr A) เมื่อผ่าน $_{6}54$ สามารถบอกได้ว่าลำดับยีนตรึงไนโตรเจนอยู่บนตำแหน่งใด จากการศึกษาพบว่ายีน nif A ไม่มีผลกระทบจากความเข้มข้นของ NH_3 หรือ O_2 ระหว่างการตรึงไนโตรเจน ดังนั้น RNA polymerase ไม่ได้เป็นตัวควบคุมยีนตรึงไนโตรเจนทั้งหมด

3.2 ตัวกระตุ้น (activator) ยีน nif A และ nif L ที่ตำแหน่งต้น ๆ ของยีนตรึงไนโตรเจน ระหว่าง 100-200 bp จะมีบริเวณที่สำคัญคือ TGT-N_{10}-ACA เรียกว่าลำดับตัวกระตุ้นด้านบน (upstream activator sequence, UAS) พบว่ามีความสัมพันธ์กับยีนตรึงไนโตรเจนอย่างลึกซึ้ง ยีน A, UAS และ $_{6}54$ จะเป็นตัวเริ่มต้นของยีนตรึงไนโตรเจน แต่ในระหว่างที่ nif LA เริ่มทำงานตัวเริ่มต้นดังกล่าวจะถูกควบคุมโดยกลุ่มยีนอีกชนิดหนึ่ง ได้แก่ gln A, ntr B และ ntc C, gln A จะทำหน้าที่ควบคุมการสังเคราะห์ Glutamine Synthetase รับผิดชอบการดูดซึม NH_4^+ ในขณะที่ภายนอกขาดแคลน NH_3 ยีน ntr B จะทำให้ยีน ntr C เกิด Phosphorylation แล้วจึงมากระตุ้น nif LA ให้เริ่มต้นยีนตรึงไนโตรเจน (วิเชียร, 2533)

ความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียและการผลิตสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

แบคทีเรียตรึงไนโตรเจนนอกจากจะเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับพืชแล้ว ยังช่วยในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช โดยผลิตสารควบคุมการเจริญเติบโตให้แก่พืชอีกด้วย ดังรายงานของ Brown และ Burlingham (1968); Patel (1969); Brown (1976) ที่เชื้อ *Azotobacter* สามารถสังเคราะห์ Gibberellin (GA), Indole-3-Acetic Acid (IAA) และ Cytokinin ซึ่งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเหล่านี้ก็จะมีบทบาทที่แตกต่างกันออกไป โดยที่สารเหล่านี้ไม่เพียงแต่ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีแล้ว ยังมีประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ดินชนิดอื่น ๆ ที่เจริญร่วมกับเชื้อ *Azotobacter* sp. ต่อมา Reynder และ Vlassak (1979); Tien และคณะ (1979) พบว่าเชื้อ *Azospirillum brasilense* สามารถสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจาก tryptophan ได้เช่น Indole Acetic Acid, Indole Lactic Acid, Gibberellin และ Cytokinin ซึ่งสารควบคุมการเจริญเติบโตเหล่านี้จะกระตุ้นให้รากพืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารพืชจากดินมากขึ้น ในขณะที่ Cytokinin จะกระตุ้นให้มีการสร้างรากขนอ่อนมากขึ้น สารผสมของ Indole Acetic Acid, Gibberellin และ Cytokinin นั้นยังมีผลทำให้รากพืชมีลักษณะสัณฐานที่เปลี่ยนแปลงไปมากขึ้นโดยมีพื้นที่สัมผัสกับดินมากขึ้น (Jain และ Patriquin, 1984; 1985) ยังมีรายงานอีกว่าเชื้อ *Azospirillum* sp. ทำให้จำนวนและการแตกแขนงของรากขนอ่อนเพิ่มขึ้นแม้ว่าน้ำหนักรากจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่เชื้อ *Azospirillum* sp. สังเคราะห์ขึ้นส่วนใหญ่จะเป็น IAA (Tien และคณะ, 1979; Venkateswarlu และ Rao, 1983; Jain และ Patriquin, 1985; Fallik และคณะ, 1989) ส่วนสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่นก็พบเช่นกันแต่อยู่ระดับที่ต่ำ เช่น Indole Lactic Acid (Tien และคณะ,

1979) Indole-3-Butyric Acid (IBA) (Fallik และคณะ, 1989), Gibberellin (Tien และคณะ, 1979; Bottini และคณะ, 1989) ABA และ Cytokinin (Tien และคณะ, 1979)

พันธุวิศวกรรมกับการผลิตสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจากแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน

เป็นที่ทราบกันแล้วว่านอกจากแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้มาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้แล้วนั้น ยังสามารถที่จะผลิตสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulator) ได้อีกด้วย ซึ่งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของพืชและแบคทีเรียเอง ในปัจจุบันงานทางด้านพันธุวิศวกรรมจึงเข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกับการผลิตสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชว่ามีลักษณะพันธุกรรมของแบคทีเรียแต่ละชนิดเกี่ยวข้องกันอย่างไรบ้าง ในการผลิตสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

Costacurta และคณะ (1995) ได้ทำการศึกษาการแสดงออกของยีนที่ควบคุมเอนไซม์ indole-3-pyruvate decarboxylase จาก *Azospirillum brasilense* Sp245 เนื่องจากภายหลังการใส่เชื้อ *Azospirillum* ให้แก่พืชแล้ว พบว่าศักยภาพในการตรึงไนโตรเจนได้ลดลงไป ข้อสันนิษฐานหนึ่งเนื่องจากสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ผลิตขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มของ Auxins จึงได้ศึกษาถึงพันธุกรรมของเชื้อ *A. brasilense* พบว่ายีน ipdC นั้นจะทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ indole-3-pyruvate decarboxylase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีหน้าที่ในการสังเคราะห์ IAA การศึกษาถึง DNA ของยีน ipdC นี้ ทำให้ทราบถึงลำดับเบสต่าง ๆ ที่มีส่วนช่วยในการสังเคราะห์ IAA ยังพบอีกว่ายีน ipdC นี้จะมี Homologous เดียวกับ *E. coli* ที่ตำแหน่ง glutamyl-tRNA synthetase (gltx) และ cysteinyl-tRNA synthetase (cysS) จากนั้นได้ทำการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมโดยการใส่ Tn5 เข้าไป ซึ่งภายหลังการใส่ Tn5 พบว่าเชื้อ *A. brasilense* สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในอาหารที่มีธาตุอาหารน้อยและมาก นอกจากนี้ยังได้ทำการรวม indC-gusA ลงไปใน *A. brasilense* ด้วย แต่ไม่พบการแสดงออกแต่อย่างใด แต่เมื่อนำไปรวมกับ *A. brasilense* Sp245 ซึ่งเป็น wild type ปรากฏว่าพบการแสดงออกของยีน ipdC ซึ่งจะไปมีผลต่อการสังเคราะห์ IAA และ NaCl นอกจากนี้ยังศึกษาเปรียบเทียบกับเชื้อ *Agrobacterium* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดปุ่มปมใน *Agrobacterium* นั้นสามารถพบยีนที่ทำหน้าที่ควบคุม IAA ได้น้อยมาก นอกจากนี้ยีนบางส่วนยังมีการตอบสนองต่อสารประกอบ อื่น ๆ เช่น Cytokinin , Salicylic , Methyl jasmonate และโลหะหนัก

Okon และคณะ (1995) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจาก *Azospirillum* พบว่ามีการผลิต Phytohormones เกิดขึ้นเพื่อช่วยให้รากพืชมีการหายใจได้ดีขึ้น มีการย่อยสลายที่ดีขึ้น ตลอดจนการเจริญเติบโตของรากที่ดีขึ้นด้วย เพื่อช่วยในการดูดน้ำ แร่ธาตุ อาหารที่ดีขึ้น โดยใช้เครื่อง GC-MS (gaschromatography-masspecto-photometer) ในการตรวจสอบสารประกอบต่าง ๆ ที่ *Azospirillum* ผลิตขึ้น พบว่าประกอบด้วย IAA, GA, GA_3 และ iso-GA_3 ซึ่งการที่จะเกิดสารประกอบเหล่านี้ได้จะต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น Amino Transferase, Indole-3-Acetamide และ Tryptophan Pathway นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมโดยการใส่ Tn5 เพื่อตรวจสอบการปลดปล่อย IAA พบว่า *Azospirillum* นั้นมียีนมากกว่าหนึ่งยีนที่ทำการสังเคราะห์ IAA ขณะที่ De Troch และคณะ (1995) ยังได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยการแยก trpEG operon ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมเอนไซม์ Anthranilate Synthetase พบว่า Indole-3-Acetic Acid (IAA) ที่ผลิตโดย *A. brasilense* นั้นจะเพิ่มขึ้นภายหลังการเติม Tryptophan โดยที่ Tryptophan นั้นเป็นสารเริ่มต้นของการสังเคราะห์ IAA ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์ Tryptophan นั้นจะเริ่มจากการสังเคราะห์ Chorismate ใช้เอนไซม์ Anthranilate Synthetase มียีนที่เกี่ยวข้องคือ trpE และ trpG โดยเฉพาะยีน trpE นั้นจะควบคุมทั้ง Tryptophan และ Anthranilate Synthetase ในการแยกยีน trpE จาก *A. brasilense* ทำได้โดยการ Hybridization กับ Cosmid (พาหะ) ของ *A. brasilense* Sp7 กับยีน trpE ของ *A. lipofurum* พบว่ายีน trpE ของ *A. brasilense* มีอยู่ 12 Kb ซึ่งใช้เอนไซม์ *E. coli* ในการตัดลงไปใน cosmidpFAJa01 แต่ถ้าตัดกับ Pst1 จะได้ที่ 3.1 Kb ลงไปใน Cosmid pUC18 จาก 3.1 Kb ที่ได้นั้นพบว่ามีความ Homolog กับ Anthranilate Synthetase Compound I (trpE) และ Compound II (trpG)

ศักยภาพการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียในกลุ่ม *Azospirillum* sp.

ความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจาก N_2 จากบรรยากาศของเชื้อ *Azospirillum* sp. นั้น Dobereiner และคณะ (1975) รายงานว่า *A. lipoferum* สามารถตรึงไนโตรเจนได้ประมาณ 20-50 มิลลิกรัมไนโตรเจนจากก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศต่อการใช้น้ำตาลกลูโคส 1 กรัม ส่วน *A. brasilense* สามารถตรึงไนโตรเจนได้ประมาณ 15-90 มิลลิกรัมจากก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศต่อการใช้ Lactate 1 กรัม และในการวัดโดยวิธี Acetylene Reduction Activity เชื้อ *A. brasilense* มีค่าอยู่ระหว่าง 26-1,018 nmol C_2H_4/mg.protein/วัน ต่อมา Pozzo (1981) ในประเทศอาเจนตินา พบว่าจากการรวบรวมตัว

อย่างดินจำนวน 86 ตัวอย่างได้พบเชื้อ Azospirillum ถึง 67 ตัวอย่าง โดยพบว่าอยู่ร่วมกับหญ้าหลายชนิด เช่น Piptochaetium, Stipa, Poa, Vulpia, Bromus, Festuca และ Hordeun แล้วยังพบว่ามีอัตราการตรึงไนโตรเจนตั้งแต่ 60.53-76.58 nmol/g.root/h. ซึ่งต่อมาได้มีการศึกษาการใช้เชื้อ *Azospirillum* sp. ร่วมกับพืชหลายชนิด เช่น ข้าว ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ และข้าวฟ่าง Subba และคณะ (1979) ได้ทดลองใส่เชื้อ *A. brasilense* ร่วมกับปุ๋ยในอัตรา 40 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ให้กับข้าว พบว่าผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างชัดเจนกับการใส่ปุ๋ยในอัตราเดียวกันนี้เพียงอย่างเดียว ยังมีการใส่เชื้อ *A. brasilense* แก่ข้าวโอ๊ต พบว่าทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยปราศจากการให้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วม สำหรับข้าวฟ่างพบว่าภายหลังจากการใส่เชื้อ *A. brasilense* ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 40 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ พบว่ามีผลทำให้ผลผลิตของข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นเช่นกัน

นอกจากนี้ยังมีรายงานอีกหลายฉบับที่ได้กล่าวถึงผลของการใส่เชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนแก่พืชตระกูลหญ้า ดังรายงานของ Rinaudo และคณะ (1981) ได้รายงานว่าผลของการใส่เชื้อ Azospirillum ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของเชื้อ พันธุ์ข้าว และชนิดของดินด้วย ซึ่งได้มีการคลุกเชื้อ Azospirillum ให้แก่หญ้า (Digit grass) ทำให้น้ำหนักต้นแห้งของหญ้าเพิ่มขึ้น 8.5-23 %

ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้จากจุลินทรีย์ไนโตรเจนแบบอิสระนั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่ง Wani และคณะ (1986) ได้ทำการทดลองกับข้าวฟ่างพบว่าบางครั้งสามารถเพิ่มผลผลิตได้ถึง 33 % แต่บางครั้งก็ไม่มีความแตกต่างกัน ต่อมา Okon และ Kapulnik (1986) ได้รายงานว่าในดินที่มีความสมบูรณ์ต่ำ *Azospirillum* sp. สามารถเพิ่มผลผลิตของธัญญาพืชได้อย่างแน่นอนและได้ผลทุกครั้ง ซึ่งเขาสันนิษฐานว่าผลที่ได้คงไม่ใช่เกิดจากการตรึงไนโตรเจน แต่เนื่องจากการสร้างสารเร่งการเจริญเติบโตให้พืช เช่น Gibberelin, Cytokinin และ Auxin (Tien และคณะ, 1979) แต่ Malik และ Bital (1989) ยืนยันว่าเกิดจากการตรึงไนโตรเจนแน่นอนเพราะพบว่า หญ้า Kalla เมื่อมีการ Inoculate ด้วยจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ สามารถตรึงไนโตรเจนได้ถึง 40-70 % เศรษฐา และคณะ (2539) รายงานว่าผลของการใส่เชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม Azospirillum และ Klebsiella ทำให้หญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีการสร้างปริมาณรากแขนงเพิ่มขึ้นอย่างมาก ส่งผลให้หญ้าแฝกมีการสร้างมวลชีวภาพมากกว่าการไม่ใส่เชื้อ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ถุงพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่างดินพร้อมยางรัดของ
2. อุปกรณ์ในการขุดดิน ได้แก่ จอบ เสียม และช้อนปลูก
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก
5. ตู้อบเครื่องแก้วด้วยความร้อนแห้ง (Hot Air Oven)
6. เครื่อง Autoclave (หม้อนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ)
7. เครื่องแก้วและสารเคมีที่ใช้สำหรับเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
8. ตู้ Larmina Flow สำหรับเขี่ยเชื้อ
9. Auto pipet ขนาด 100, 1,000 ไมโครลิตร และขนาด 10 มิลลิลิตร
10. กล้องจุลทรรศน์
11. เครื่องวัด pH meter
12. เครื่อง Gas Chromatography
13. เครื่อง Magnetic sterrer
14. เครื่อง Vortex Genic
15. เครื่องเขย่า

วิธีการทดลอง

1. การเลือกสถานที่

เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม *Azospirillum* sp. มีอยู่ทั่วไปตั้งแต่ภูเขาสูงจนถึงที่ราบลุ่ม ดังนั้นเพื่อให้ได้ตัวแทนของสภาพแวดล้อมครอบคลุมใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด จึงแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 ภาคคือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก เฉียงเหนือ

ภาคเหนือ ใช้ภูเขาและที่ราบจังหวัดเชียงใหม่เพื่อสะดวกแก่การวิจัย โดยใช้เทือกเขาอินทนนท์เพราะมียอดเขาสูงที่สุด โดยจะเลือกจุดศึกษาออกเป็น 7 พื้นที่ดังนี้

1.1 พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) จำนวน 4 ตัวอย่าง

1.2 พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) จำนวน 4 ตัวอย่าง

1.3 พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) จำนวน 4 ตัวอย่าง

1.4 พื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) จำนวน 4 ตัวอย่าง

1.5 พื้นที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) จำนวน 4 ตัวอย่าง

1.6 พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) จำนวน 4 ตัวอย่าง

1.7 พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) จำนวน 4 ตัวอย่าง

(รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 2)

ภาคกลาง เลือกพื้นที่บริเวณจังหวัดนครนายก โดยกำหนดจุดที่แน่นอนเมื่อทำการออกสำรวจพื้นที่ การเลือกจุดศึกษาดำเนินการเช่นเดียวกับที่เชียงใหม่ คือ ภูเขาเลือกบริเวณสูงสุด ระดับกลาง และระดับล่าง และพื้นที่ราบลุ่มก็ดำเนินการในลักษณะเดียวกันกับพื้นที่เชียงใหม่ (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 3)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เลือกพื้นที่บริเวณจังหวัดเลย และจังหวัดนครราชสีมา โดยเลือกพื้นที่ภูเขา และที่ราบลุ่ม ดำเนินการเช่นเดียวกันกับที่จังหวัดเชียงใหม่ (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 4)

2. การเก็บตัวอย่าง

ในแต่ละจุดที่กำหนดเพื่อการศึกษานั้นจะทำการเก็บตัวอย่างดินจุดละ 4 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างจะต้องมีระยะทางที่ห่างกันพอสมควร เพื่อให้ครอบคลุมลักษณะตัวแทนของจุดเลือกนั้นๆ และการเก็บตัวอย่างดินแต่ละจุดจะต้องใช้เสียมจุดลึกจากผิวดินลงไปประมาณ 15 เซนติเมตร ทำการขุดอย่างน้อย 5 หลุมในพื้นที่ 25 ตารางเมตร นำดินที่ขุดได้มารวมกันบนแผ่นพลาสติกขนาด 1x1 เมตร โดยเอาดินทั้งหมดผสมกันให้ทั่วแล้วเก็บเอาดินตัวอย่างเพียง 500 กรัมต่อตัวอย่าง ห่อใส่ถุงพลาสติกให้แน่นใส่ถังน้ำแข็ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการ ดินทุกตัวอย่างจะต้องอยู่ในอุณหภูมิต่ำจนกว่าจะถึงกำหนดการวิเคราะห์ โดยจะทำการเก็บตัวอย่างดินทุก ๆ 2 เดือนจนครบ 2 ปี

3. การแยกเชื้อแบคทีเรียจากดิน

นำตัวอย่างดินมาทำให้เป็นสารละลายดิน อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก โดยการชั่งตัวอย่างดินมา 75 กรัม ใส่ในขวดแก้วรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วจำนวน 75 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เกิดเป็นสารละลายดิน ทำการหาปริมาณประชากรของแบคทีเรีย โดยใช้วิธีการ Dilution Plate Counts โดยดูดสารละลายดิน 1 มิลลิลิตรไปเจือจางในน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.85 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 9 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองที่ทำการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ทำการเจือจางให้มีความเข้มข้นของสารละลายดินในระดับต่าง ๆ กัน จากนั้นดูดเอาสารละลายดินที่เจือจางแล้ว จำนวน 0.1 มิลลิลิตร ของแต่ละความเข้มข้นใส่ลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อที่ปราศจากไนโตรเจน (Nitrogen Free Agar; NFA) ตามสูตร ก. (ภาคผนวก) เกลี่ยเชื้อ (Spread Plate) ให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหารในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (Petridish) โดยใช้แก้วปลายรูปสามเหลี่ยม บ่มเลี้ยงเชื้อไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3-7 วัน นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นบนผิวหน้าอาหาร แล้วหารด้วย 0.1 คูณด้วยอัตราส่วนกลับของระดับความเจือจาง ก็จะได้เป็นจำนวนเซลล์แบคทีเรียต่อมิลลิลิตร

4. การทำเชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์

นำเชื้อแบคทีเรียที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาทำให้บริสุทธิ์โดยการเขี่ยเชื้อ (Streak) บนอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย NFA สูตร ก. จนกว่าจะได้เชื้อที่บริสุทธิ์ จากนั้นทำเป็น Stock Culture โดยเก็บเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิด (Isolates) ซึ่งบริสุทธิ์ไว้ใน Slant Agar ของอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 2 สูตร โดยใส่ Yeast Extract จำนวน 0.25 กรัมต่อลิตร

5. การจำแนกเชื้อแบคทีเรีย

ทำการคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียไนโตรเจนโดยอาศัยความสามารถในการใช้แหล่งอาหารและแหล่งพลังงาน (Carbon Source) และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิด ซึ่งเป็นไปตามหลักการของหนังสือ Bergey's Mannual of Determinative Bacteriology (John และคณะ, 1994) (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 4)

6. การตรวจวัดความสามารถในการตรึงไนโตรเจน

อาศัยเทคนิคของ Acetelene Reduction Method มาใช้ในการตรวจวัดศักยภาพในการตรึงไนโตรเจนของเชื้อแบคทีเรียที่คัดเลือกไว้ โดยเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่ได้จาก

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การคัดเลือกทุกสายพันธุ์ (isolate) โดยเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียลงในอาหารเหลวปราศจากไนโตรเจน NFA สูตร ก. (ภาคผนวกที่ 1) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ที่บรรจุอยู่ในหลอดทดลองปริมาตร 20 มิลลิลิตร บ่มเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 5 วัน ทำการวัดกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี Acetylene Reduction Activity (ARA) โดยใช้จุกยาง 2 ชั้น (double rubber stopper) ปิดหลอดทดลองจนแน่นทำการเปลี่ยนอากาศที่ใช้บ่มเชื้อแบคทีเรีย ให้มีก๊าซ acetylene 10 เปอร์เซ็นต์ของหลอดทดลอง โดยดูดอากาศออกจากหลอดทดลอง 1.5 มิลลิลิตรแล้วฉีดก๊าซ acetylene แทนที่ 1.5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นดูดก๊าซ ethylene ที่เกิดจากการรีดิวซ์ก๊าซ acetylene โดยอาศัยกิจกรรมของเอนไซม์ไนโตรจีเนสของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนเก็บไว้ในหลอดทดลองสูญญากาศ (vacuum tube) นำไปฉีดเข้าเครื่อง GC (gas chromatography) เพื่อหาปริมาณ ethylene ที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีหน่วยเป็น nmole C_2H_4/ sample/day

7. การบันทึกข้อมูล

7.1 ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ใช้ข้อมูลของหน่วยงานอุตุนิยมวิทยาที่ใกล้เคียงกับสถานที่เก็บตัวอย่างดิน โดยจะใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในรอบปี อุณหภูมิและความชื้น

7.2 ข้อมูลเฉพาะจุดที่เก็บตัวอย่างดิน จะต้องทำการบันทึกรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. อุณหภูมิของดินและอากาศ ณ จุดนั้น โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์

ข. ความชื้นของดิน

ค. ลักษณะของสิ่งแวดล้อม เช่น ป่าทึบ ป่าโปร่ง หรือที่ราบ และลักษณะการเพาะปลูกทำการเกษตร

ง. ชนิดของพืชที่ขึ้นบริเวณนั้น ๆ

7.3 ข้อมูล การเปลี่ยนแปลงประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เวลาผ่านไป 3 , 5 และ 7 วัน

7.4 ข้อมูล การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่ทำให้บริสุทธิ์แล้ว

7.5 ข้อมูลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีของตัวอย่างดินที่ทำการสุ่มเก็บมาในแต่ละครั้ง

เวลาและสถานที่ดำเนินการทดลอง

เวลาในการทดลอง

เริ่มดำเนินการทดลอง วันที่ 10 มกราคม 2541
สิ้นสุดการทดลอง วันที่ 30 ตุลาคม 2543

สถานที่ดำเนินการทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

2. ห้องปฏิบัติการดินและปุ๋ย ภาควิชาดินและปุ๋ย คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

ผลการทดลอง

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินทุก ๆ 2 เดือน เป็นระยะเวลา 2 ปี จากพื้นที่ 7 แบบของ 3 ภูมิภาคคือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เพื่อคัดเลือกและศึกษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพของเชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. โดยศึกษาถึงจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. และปัจจัยแวดล้อมในแต่ละพื้นที่นั้น ๆ ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ความชื้นของดิน ความเป็นกรด-เป็นด่างของดิน รวมไปถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่มนี้ที่ได้คัดเลือกไว้ เช่น ลักษณะของโคโลนี รูปร่างของเซลแบคทีเรีย การทดสอบการย้อมติดสีแกรมของเซลแบคทีเรียและความสามารถในการตรึงไนโตรเจน

จากการทดลอง พบว่าลักษณะต่าง ๆ ที่ทำการศึกษามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. ของภาคเหนือ

ผลของการศึกษาถึงจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. จากสถานที่แตกต่างกัน ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กันในเขตภาคเหนือ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 ของภาคเหนือพบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) โดยพื้นที่ยอดเขา (M1) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุด คือ 2.35 ต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g. dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่กลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.12, 1.88, 1.79, 1.78 และ 1.69 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่เชิงเขา (M3) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุด คือ 1.51 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) โดยพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.50 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.47, 2.44, 2.44, 2.39 และ 2.08 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.72 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) โดยพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนโคโลนีสูงที่สุดคือ 2.63 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.43, 2.37, 2.09 และ 1.76 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีจำนวนเซลต่ำที่สุดคือ 1.56 และ 1.56 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 1) โดยมีพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.66 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) พื้นที่กลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) และพื้นที่เชิงเขา (M3) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.56, 2.46, 2.68, 2.07 และ 1.82 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีจำนวนเซลต่ำที่สุดคือ 1.43 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยที่พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีจำนวนเซลเท่ากับ 2.66 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่พื้นที่กลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่ปลูกไร่ต่อเนื่อง (C) โดยมีจำนวนเซลเท่า

กับ 2.60, 2.52, 2.39, 2.36 และ 2.13 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีจำนวนเซลต่ำที่สุดคือ 2.10 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.27 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่เชิงเขา (M3) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.05, 2.02, 1.90, 1.81 และ 1.77 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีจำนวนเซลต่ำที่สุดคือ 1.46 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 1) โดยพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.74 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.66, 2.55, 2.40, 2.28 และ 21.6 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.86 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) โดยพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีจำนวนเซลสูงที่สุดคือ 2.81 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.34, 2.28, 2.14, 1.93 และ 1.86 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งน้อยที่สุดคือ 1.62 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยมีจำนวนเซลตามลำดับดังนี้ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณ

ยอดเขา (M1) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.71, 2.61, 2.49, 2.33, 2.15, 2.08 และ 1.86 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยที่พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนสูงที่สุดคือ 2.63 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.44, 2.43, 2.24, 2.14, 2.04 และ 2.03 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 1) โดยพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุด คือ 2.70 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) ยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.57, 2.44, 2.35, 2.26 และ 2.16 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.83 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.27 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.13, 2.06, 1.94 และ 1.88 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.78 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ผลการศึกษาจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. ของภาคกลาง

ผลจากการศึกษาถึงจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. จากสถานที่แตกต่างกัน ในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินต่าง ๆ กันในเขตภาคกลาง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยมีจำนวนเซลเรียงลำดับจากมากไปน้อยตามพื้นที่ดังนี้ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) ซึ่งมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.28, 2.03, 2.00, 1.97, 1.95, 1.80 และ 1.67 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ตามลำดับ

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 2) โดยที่พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.58 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.54, 2.29, 2.12, 1.90 และ 1.40 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีจำนวนต่ำที่สุดคือ 1.20 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีจำนวนเซลสูงที่สุดคือ 2.57 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไป ได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.52, 2.14, 2.13, 2.11 และ 2.08 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีจำนวนเซลต่ำที่สุด คือ 1.89 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยมีจำนวนเซลเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยตามพื้นที่ดังต่อไปนี้ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) ซึ่งมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.73, 2.46, 2.37, 2.30, 2.23, 2.12 และ 1.87 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ตามลำดับ

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 2) โดยที่พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนเซลสูงที่สุดคือ 2.84 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) กลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.81, 2.69, 2.60, 2.40 และ 2.33 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีจำนวนเซลต่ำที่สุด คือ 2.30 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยที่พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.27 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.27, 2.05, 2.02, 1.90, 1.81 และ 1.77 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีจำนวนเซลต่ำที่สุด คือ 1.46 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งจากมากไปหาน้อยตามลำดับพื้นที่ดังต่อไปนี้ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) ซึ่งมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.35, 2.17, 2.04, 1.92 , 1.90, 1.60 และ 1.60 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ตามลำดับ

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) โดยที่พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีจำนวนเซลสูงที่สุด คือ 2.23 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.16, 2.06, 1.89, 1.72 และ 1.50 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณยอดเขา M1) มีจำนวนเซลต่ำที่สุดคือ 1.34 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยที่พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.20 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.16, 2.16, 2.13, 2.08 และ 1.67 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.58 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) โดยที่พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.77 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.42, 2.26, 2.07, 1.96 และ 1.79 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุด คือ 1.55 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยที่มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งเรียงลำดับตามพื้นที่ดังต่อไปนี้ ได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) ซึ่ง

มีจำนวนเซลเท่ากับ 3.12, 2.83, 2.75, 2.73, 2.70, 2.68 และ 2.61 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ตามลำดับ

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยมีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งเรียงลำดับตามพื้นที่จากมากไปน้อยดังต่อไปนี้ ได้แก่พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) ซึ่งมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.39, 2.12, 2.01, 1.94, 1.89, 1.78 และ 1.58 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ตามลำดับ

ผลการศึกษาจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลการศึกษาถึงจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. จากสถานที่แตกต่างกันในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินต่าง ๆ กันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 3) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 3) โดยที่พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.15 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 1.80, 1.79, 1.61, 1.56 และ 1.46 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีจำนวนเซลต่ำที่สุด คือ 1.39 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 3) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีจำนวนเซลมากที่สุดคือ 2.14 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่าง

ต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.11, 1.83, 1.66, 1.61 และ 1.58 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีจำนวนเซลต่ำที่สุดคือ 1.40 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 3) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีจำนวนเซลสูงที่สุดคือ 2.55 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.37, 2.26, 2.22, 1.91 และ 1.71 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีจำนวนเซลต่ำที่สุดคือ 1.67 เซลต่อกรัม ดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 3) โดยในพื้นที่ที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.69 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีจำนวนเท่ากับ 2.49, 2.45, 2.18, 2.03 และ 1.83 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีจำนวนเซลต่ำที่สุดคือ 1.44 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3) โดยในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนเซลสูงที่สุดคือ 2.87 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) กลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.59, 2.56, 2.46, 2.36 และ 2.23 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 2.14 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 3) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.47 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีจำนวนเท่ากับ 2.39, 1.93, 1.73, 1.53 และ 1.51 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีจำนวนเซลต่ำที่สุดคือ 1.48 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 3) โดยในพื้นที่ที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.66 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.41, 2.08, 1.91, 1.89 และ 1.71 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีจำนวนเซลต่ำที่สุดคือ 1.65 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3) โดยมีจำนวนเซลเรียงลำดับดังต่อไปนี้ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) ซึ่งมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.27, 2.23, 1.96, 1.82, 1.81, 1.78 และ 1.63 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ตามลำดับ

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 3) โดยในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.49 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) เชิงเขา (M3) ยอดเขา (M1) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.19, 2.13, 1.94, 1.78 และ 1.73 เซล

ต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีจำนวนเซลต่ำที่สุดคือ 1.66 เซลต่อกรัม ดินแห้ง

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3) โดยมีจำนวนเซลเรียงลำดับตามพื้นที่ดังต่อไปนี้ พื้นที่ปลูกอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) ซึ่งมีจำนวนเท่ากับ 2.24 , 2.19, 2.01, 2.00, 1.97, 1.87 และ 1.76 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ตามลำดับ

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุด คือ 2.58 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.29, 2.13, 2.11, 2.07 และ 1.84 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3) โดยในพื้นที่ที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (R) มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุด คือ 2.35 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.03, 2.00, 1.93, 1.84 และ 1.81 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงผลการศึกษาจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (log number of cell/g.dry soil) จากตัวอย่างดินของภาคเหนือครั้งที่ 1-12

พื้นที่	เก็บครั้งที่ 1 ก.พ.41	เก็บครั้งที่ 2 เม.ย.41	เก็บครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	เก็บครั้งที่ 4 ส.ค. 41	เก็บครั้งที่ 5 ต.ค. 41	เก็บครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	เก็บครั้งที่ 7 ก.พ. 42	เก็บครั้งที่ 8 เม.ย. 42	เก็บครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	เก็บครั้งที่ 10 ส.ค. 42	เก็บครั้งที่ 11 ต.ค. 42	เก็บครั้งที่ 12 ธ.ค. 42
M1	2.35 a	2.44 a	1.56a	1.43 c	2.36	2.27	2.40 ab	1.86 bc	2.08	2.04	2.35ab	1.94a
M2	2.12 ab	2.39 a	2.09abc	2.46 ab	2.60	1.90	1.86 b	2.34 ab	2.33	2.24	2.16bcd	1.78bcd
M3	1.51 c	2.08 ab	1.76bc	1.82 bc	2.39	1.77	2.28 ab	1.62 c	2.49	2.44	2.44ab	2.06cd
C	1.79 bc	1.75 b	1.65c	2.56 a	2.13	1.81	2.16 ab	1.93 bc	1.86	2.03	1.83cd	1.88d
R	1.78 bc	2.50 a	2.63a	2.66 a	2.52	2.02	2.74 a	2.28 ab	2.61	2.63	2.70a	2.27ab
CR	1.69 bc	2.44 a	2.43ab	2.07 abc	2.10	1.46	2.66 a	2.14 bc	2.15	2.14	2.26abc	1.78bc
F	1.88 abc	2.47 a	2.37ab	2.38 ab	2.66	2.05	2.55 a	2.81 ab	2.71	2.43	2.57ab	2.13cd
Mean	1.88	2.29	2.07	2.20	2.39	1.90	2.38	2.14	2.32	2.28	2.33	1.98
CV(%)	16.17	15.00	24.45	14.83	18.70	21.47	12.16	18.64	16.41	12.23	9.91	17.26
F-Test	*	*	*	**	ns	ns	**	*	ns	ns	**	ns

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (log number of cell/g.dry soil) จากตัวอย่างดินของภาคกลางครั้งที่ 1-12

พื้นที่	เก็บครั้งที่ 1 ก.พ.41	เก็บครั้งที่ 2 เม.ย.41	เก็บครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	เก็บครั้งที่ 4 ส.ค. 41	เก็บครั้งที่ 5 ต.ค. 41	เก็บครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	เก็บครั้งที่ 7 ก.พ. 42	เก็บครั้งที่ 8 เม.ย. 42	เก็บครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	เก็บครั้งที่ 10 ส.ค. 42	เก็บครั้งที่ 11 ต.ค. 42	เก็บครั้งที่ 12 ธ.ค. 42
M1	1.95	1.40b	1.89	1.87	2.30 b	1.90	2.04	1.34 c	1.67	2.42 ab	2.75	1.78
M2	2.00	2.12a	2.52	2.12	2.80 ab	1.80	1.90	1.60 bc	2.08	2.26 ab	2.73	1.58
M3	2.28	2.29a	2.57	2.73	2.69 ab	2.37	2.35	2.06 a	2.15	2.77 ab	3.12	2.39
C	2.03	1.90ab	2.13	2.37	2.33 b	1.80	2.17	1.89 ab	2.13	1.96 bc	2.91	2.12
R	1.80	2.54a	2.14	2.30	2.84 ab	2.34	1.60	1.72 abc	1.58	1.79 bc	2.68	2.01
CR	1.97	2.58a	2.11	2.46	2.81 ab	2.58	1.60	2.23 a	2.16	2.07 bc	2.70	1.89
F	1.67	1.20b	2.08	2.23	2.40 ab	1.68	1.92	2.16 a	2.20	1.55 c	2.83	1.94
Mean	1.96	2.01	2.20	2.30	2.57	2.07	1.94	1.81	2.00	2.12	2.77	1.96
CV(%)	17.96	16.54	18.64	16.74	10.54	21.22	18.40	18.35	18.03	20.42	8.48	19.31
F-Test	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 3 แสดงผลการศึกษาจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (log number of cell/g.dry soil) จากตัวอย่างดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือครั้งที่ 1-12

พื้นที่	เก็บครั้งที่ 1 ก.พ.41	เก็บครั้งที่ 2 เม.ย.41	เก็บครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	เก็บครั้งที่ 4 ส.ค. 41	เก็บครั้งที่ 5 ต.ค. 41	เก็บครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	เก็บครั้งที่ 7 ก.พ. 42	เก็บครั้งที่ 8 เม.ย. 42	เก็บครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	เก็บครั้งที่ 10 ส.ค. 42	เก็บครั้งที่ 11 ต.ค. 42	เก็บครั้งที่ 12 ธ.ค. 42
M1	1.56ab	1.40b	1.71 c	1.44 cd	2.56 abc	1.48 b	1.89 c	1.78	1.78 b	1.76	1.59 cd	1.81b
M2	1.80ab	1.66ab	1.67c	1.83 cd	2.46 abc	1.53 b	1.71 c	1.81	2.13 ab	2.01	1.84bc	1.84b
M3	1.46b	1.58ab	1.91bc	2.18 abc	2.14 c	1.51 b	1.91 c	1.63	1.94 b	2.00	2.11abc	1.69b
C	1.39b	1.61ab	2.37ab	2.45 ab	2.23 bc	1.73 ab	1.65 c	2.23	1.66 b	1.97	2.13abc	2.03ab
R	2.16a	2.11a	2.22abc	2.69 a	2.87 a	2.39 a	2.66 a	1.96	2.49 a	2.24	2.29abc	2.00b
CR	1.79ab	2.14a	2.55a	2.49 ab	2.59 ab	2.47 a	2.41 ab	2.27	2.19 ab	2.19	2.58abc	2.35aa
F	1.61ab	1.83b	2.26abc	2.03 bc	2.36 bc	1.93 ab	2.08 bc	1.82	1.73 b	1.87	2.07abc	1.93b
Mean	1.68	1.76	2.10	2.16	2.46	1.86	2.05	1.93	1.99	2.01	2.10	1.95
CV(%)	21.81	14.55	13.29	12.24	10.93	18.43	9.90	16.25	12.50	17.54	16.78	11.26
F-Test	**	**	**	**	*	**	**	ns	**	ns	*	*

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ผลการศึกษาจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. ที่สุ่มเก็บในพื้นที่เดียวกันของภาคเหนือ

ผลของการศึกษาถึงจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. จากสถานที่เดียวกัน ภายในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันออกไป ในเขตภาคเหนือ จำนวน 12 ครั้ง พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (ดังแสดงในตารางที่ 4) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 4) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.09 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.44 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7, 5, 1, 11, 6, 9, 10, 12, 8 และครั้งที่ 3 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.40, 2.36, 2.35, 2.35, 2.35, 2.27, 2.08, 2.04, 1.93, 1.86 และ 1.56 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.43 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.19 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.60 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4, 2, 8, 9, 10, 11, 3, 6 และครั้งที่ 7 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.46, 2.39, 2.34, 2.33, 2.26, 2.16, 2.12, 2.09, 1.96 และ 1.86 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 มีจำนวนเซลหรือเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.78 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 4) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.04 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.49 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 11, 5, 7, 2, 12, 4, 6, 3 และครั้งที่ 8 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.44, 2.44, 2.39,

2.28, 2.08, 1.89, 1.82, 1.77, 1.76 และ 1.62 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.51 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่ทำการปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.95 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.56 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7, 5, 10, 8, 12, 9, 11, 6, 1 และครั้งที่ 2 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.16, 2.13, 2.03, 1.93, 1.88, 1.86, 1.83, 1.81, 1.79 และ 1.72 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.65 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.45 เซลต่อกรัมดินแห้ง(log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.74 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 4, 3, 10, 9, 5, 2, 8, 12 และครั้งที่ 6 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.70, 2.66, 2.63, 2.63, 2.61, 2.52, 2.51, 2.28, 2.27 และ 2.02 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.78 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่ทำการปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 4) โดยมีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.11 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.66 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2, 3, 11, 9, 10, 8, 5, 4, 12 และครั้งที่ 1 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.44, 2.43, 2.26, 2.15, 2.15, 2.14, 2.10, 2.07, 1.78 และ 1.69 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดิน ครั้งที่ 6 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.46 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) ของภาคเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง

ที่ 4) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.41 โคโลนีต่อกรัมดินแห้ง ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.81 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9, 5, 11, 7, 2, 10, 4, 3, 12 และครั้งที่ 6 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.71, 2.62, 2.57, 2.55, 2.47, 2.43, 2.38, 2.37, 2.13 และ 2.02 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.81 เซลต่อกรัมดินแห้ง

กล่าวโดยสรุป คือจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่ที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แม้ว่าช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างดินในรอบ 2 ปี จะแตกต่างกันก็ตาม ส่วนในพื้นที่ที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ทำการปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) เมื่อเวลาการเก็บตัวอย่างดินเปลี่ยนแปลงไปจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงฤดูกาลหรือช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างดิน

ผลการศึกษาจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. ที่สุ่มเก็บในพื้นที่เดียวกันของภาคกลาง

ผลของการศึกษาถึงจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum sp.* จากสถานที่เดียวกัน ภายในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันออกไป ในเขตภาคกลาง จำนวน 12 ครั้ง พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (ดังแสดงในตารางที่ 5) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 5) โดยมีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.94 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.75 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 5, 7, 1, 6, 3, 4, 12, 9 และครั้งที่ 2 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.42, 2.30,

2.04, 1.95, 1.90, 1.88, 1.87, 1.78, 1.67 และ 1.40 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.34 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 5) โดยมีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.10 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.73 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5, 3, 10, 2, 4, 9, 1, 7, 6 และครั้งที่ 12 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.60, 2.50, 2.26, 2.12, 2.12, 2.08, 2.00, 1.90, 1.80 และ 1.58 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.50 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 5) โดยมีจำนวนเซลหรือโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.48 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 3.12 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 4, 5, 3, 6, 12, 7, 2, 1 และครั้งที่ 9 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.77, 2.73, 2.69, 2.57, 2.40, 2.39, 2.35, 2.29, 2.28 และ 2.15 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 2.06 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่ทำการปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5) โดยมีจำนวนเซลหรือโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.14 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.61 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4, 5, 7, 2, 3, 9, 12, 1, 10 และครั้งที่ 8 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.37, 2.33, 2.17, 2.15, 2.13, 2.13, 2.12, 2.03, 1.96 และ 1.89 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.79 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 5) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.11 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.48 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 2, 6, 4, 3, 12, 1, 10, 8 และครั้งที่ 7 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.68, 2.54, 2.34, 2.30, 2.14, 2.01, 1.80, 1.80, 1.72 และ 1.60 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.58 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่ทำการปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 5) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.26 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.84 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 2, 6, 4, 8, 9, 3, 10, 1 และครั้งที่ 12 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.70, 2.58, 2.58, 2.46, 2.23, 2.16, 2.11, 2.07, 1.97 และ 1.89 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.60 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) ของภาคกลาง พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 5) โดยมีจำนวนเซลหรือโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.99 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.83 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5, 4, 9, 8, 3, 12, 7, 6, 1 และครั้งที่ 10 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.40, 2.23, 2.20, 2.16, 2.08, 1.94, 1.68, 1.67 และ 1.55 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.20 เซลต่อกรัมดินแห้ง

กล่าวโดยสรุป คือจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุ่มเก็บในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แม้ว่าช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างดินจะแตกต่างกันก็ตาม ส่วนในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ที่ทำการปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) เมื่อช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างดินเปลี่ยนแปลงไปจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงฤดูกาลหรือระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างดิน

ผลการศึกษาจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. ที่สุ่มเก็บในพื้นที่เดียวกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลของการศึกษาถึงจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. จากสถานที่เดียวกัน ภายในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันออกไป ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 12 ครั้ง พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (ดังแสดงในตารางที่ 6) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 6) โดยมีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.73 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.56 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7, 12, 8, 9, 10, 3, 11, 1, 6 และครั้งที่ 4 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 1.89, 1.81, 1.79, 1.78, 1.76, 1.71, 1.69, 1.56, 1.48 และ 1.44 เซลต่อกรัมดินแห้งตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.23 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.86 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.46 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้

แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9, 10, 11, 12, 4, 8, 1, 7, 3 และครั้งที่ 2 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.13, 2.01, 1.84, 1.84, 1.83, 1.81, 1.80, 1.71, 1.67 และ 1.66 เซลต่อกรัมดินแห้งตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.53 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 6) โดยมีจำนวนเซลหรือโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.84 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.18 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5, 11, 10, 9, 7, 3, 12, 8, 2 และครั้งที่ 6 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.14, 2.11, 2.00, 1.94, 1.91, 1.91, 1.69, 1.63, 1.58 และ 1.51 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.46 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่ทำการปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 6) โดยมีจำนวนเซลหรือโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.45 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.74 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3, 5, 8, 11, 12, 10, 6, 9ล 7 และครั้งที่ 2 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.37, 2.23, 2.23, 2.13, 2.03, 1.97, 1.73, 1.66, 1.65 และ 1.61 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.39 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 6) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.34 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.87 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4, 7, 9, 6, 11, 10, 3, 1, 2 และครั้งที่ 12 โดยมีจำนวนเท่ากับ 2.69, 2.66, 2.49, 2.39, 2.29, 2.27, 2.22, 2.15, 2.11 และ 2.00 เซลต่อกรัม

ดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุด คือ 1.96 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่ทำการปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า จำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.74 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.59 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 3, 4, 6, 7, 12, 8, 9, 10 และครั้งที่ 2 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.58, 2.55, 2.49, 2.49, 2.41, 2.35, 2.27, 2.19, 2.19 และ 2.14 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการ เก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.79 เซลต่อกรัมดินแห้ง

ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในระยะเวลาการสุ่มเก็บที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6) โดยมีจำนวนโคโลนีต่อกรัมดินแห้งเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.96 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งสูงที่สุดคือ 2.36 เซลต่อกรัมดินแห้ง รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3, 7, 11, 4, 6, 12, 10, 2, 8 และครั้งที่ 9 โดยมีจำนวนเซลเท่ากับ 2.26, 2.08, 2.07, 2.03, 1.93, 1.93, 1.87, 1.83, 1.82 และ 1.73 เซลต่อกรัมดินแห้ง ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีจำนวนเซลต่อกรัมดินแห้งต่ำที่สุดคือ 1.61 เซลต่อกรัมดินแห้ง

กล่าวโดยสรุป คือจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่สุมเก็บในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แม้ว่าช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างดินในรอบ 2 ปีจะแตกต่างกันก็ตาม ส่วนในพื้นที่ที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ที่ทำการปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ทำการปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) เมื่อช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างดินเปลี่ยนแปลงไปจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงฤดูกาลหรือช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างดิน

ตารางที่ 4 แสดงผลการศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. (log number of cell/g.dry soil) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12

ครั้งที่เก็บตัวอย่างดิน	พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน						
	M1	M2	M3	C	R	CR	F
ครั้งที่ 1 ก.พ. 41	2.35 a	2.12	1.51 c	1.79	1.78 c	1.69 bc	1.81 d
ครั้งที่ 2 เม.ย. 41	2.44 a	2.39	2.08 abc	1.72	2.51 ab	2.44 ab	2.47 abc
ครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	1.56 b	2.09	1.76 abc	1.65	2.63 ab	2.43 ab	2.37 abcd
ครั้งที่ 4 ส.ค. 41	1.43 b	2.46	1.82 abc	2.56	2.66 a	2.07 abc	2.38 abcd
ครั้งที่ 5 ต.ค. 41	2.36 a	2.60	2.39 a	2.13	2.52 ab	2.10 abc	2.62 abc
ครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	2.27 a	1.90	1.77 abc	1.81	2.02 bc	1.46 c	2.05 cd
ครั้งที่ 7 ก.พ. 42	2.40 a	1.86	2.28 ab	2.16	2.74 a	2.66 a	2.55 abc
ครั้งที่ 8 เม.ย. 42	1.86 ab	2.34	1.62 bc	1.93	2.28 abc	2.14 abc	2.81 a
ครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	2.08 ab	2.33	2.49 a	1.86	2.61 ab	2.15 abc	2.71 ab
ครั้งที่ 10 ส.ค. 42	2.04 ab	2.26	2.44 a	2.03	2.63 ab	2.15 abc	2.43 abc
ครั้งที่ 11 ต.ค. 42	2.35 a	2.16	2.44 a	1.83	2.70 a	2.26 abc	2.57 abc
ครั้งที่ 12 ธ.ค. 42	1.93 ab	1.78	1.89 abc	1.88	2.27 abc	1.78 bc	2.13 bcd
Mean	2.09	2.19	2.04	1.95	2.45	2.11	2.41
CV. (%)	14.52	17.73	16.30	19.67	15.60	17.42	11.72
F-test	**	ns	**	ns	*	**	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 5 แสดงผลการศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. (log number of cell/g.dry soil) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12

ครั้งที่เก็บ	พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน						
ตัวอย่างดิน	M1	M2	M3	C	R	CR	F
ครั้งที่ 1 ก.พ. 41	1.95 bc	2.00 abc	2.28 bcd	2.03	1.80 cd	1.97 cd	1.67 bcd
ครั้งที่ 2 เม.ย. 41	1.40 c	2.12 abc	2.29 bcd	2.15	2.54 abc	2.58 abc	1.20 d
ครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	1.88 bc	2.52 ab	2.57 bcd	2.13	2.14 abc	2.11 bcd	2.08 bc
ครั้งที่ 4 ส.ค. 41	1.87 bc	2.12 abc	2.73 ab	2.37	2.30 abc	2.46 abc	2.23 abc
ครั้งที่ 5 ต.ค. 41	2.30 ab	2.60 ab	2.69 abc	2.33	2.84 a	2.81 a	2.40 ab
ครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	1.90 bc	1.80 bc	2.40 bcd	1.79	2.34 abc	2.58 abc	1.68 bcd
ครั้งที่ 7 ก.พ. 42	2.04 abc	1.90 abc	2.35 bcd	2.17	1.60 d	1.60 d	1.92 bc
ครั้งที่ 8 เม.ย. 42	1.34 bc	1.50 c	2.06 d	1.89	1.72 cd	2.23 abc	2.16 abc
ครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	1.67 ab	2.08 abc	2.15 cd	2.13	1.58 d	2.16 abc	2.20 abc
ครั้งที่ 10 ส.ค. 42	2.42 a	2.26 abc	2.77 ab	1.96	1.80 cd	2.07 bcd	1.55 cd
ครั้งที่ 11 ต.ค. 42	2.75 bc	2.73 a	3.12 a	2.61	2.68 ab	2.70 ab	2.83 a
ครั้งที่ 12 ธ.ค. 42	1.78	1.58 c	2.39 bcd	2.12	2.01 bcd	1.89 cd	1.94 bc
Mean	1.94	2.10	2.48	2.14	2.11	2.26	1.99
CV. (%)	18.99	18.52	10.24	20.00	17.77	13.78	16.65
F-test	**	**	**	ns	**	**	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 6 แสดงผลการศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. (log number of cell/g.dry soil) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12

ครั้งที่เก็บตัวอย่างดิน	พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน						
	M1	M2	M3	C	R	CR	F
ครั้งที่ 1 ก.พ. 41	1.56 b	1.80 bc	1.46 c	1.39 d	2.15 bc	1.79 b	1.61
ครั้งที่ 2 เม.ย. 41	1.27 b	1.66 bc	1.58 bc	1.61 cd	2.11 bc	2.14 ab	1.83
ครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	1.71 b	1.67 bc	1.91 abc	2.37 ab	2.22 bc	2.55 a	2.26
ครั้งที่ 4 ส.ค. 41	1.44 b	1.83 bc	2.18 a	2.45 a	2.69 ab	2.49 a	2.03
ครั้งที่ 5 ต.ค. 41	2.56 a	2.46 a	2.14 ab	2.23 abc	2.87 a	2.59 a	2.36
ครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	1.48 b	1.53 c	1.51 c	1.73 bcd	2.39 abc	2.47 a	1.93
ครั้งที่ 7 ก.พ. 42	1.89 b	1.71 bc	1.91 abc	1.65 cd	2.66 ab	2.41 a	2.08
ครั้งที่ 8 เม.ย. 42	1.79 b	1.81 bc	1.63 abc	2.23 abc	1.96 c	2.27 ab	1.82
ครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	1.78 b	2.13 ab	1.94 abc	1.66 cd	2.49 abc	2.19 ab	1.73
ครั้งที่ 10 ส.ค. 42	1.76 b	2.01 ab	2.00 abc	1.97 abcd	2.27 abc	2.19 ab	1.87
ครั้งที่ 11 ต.ค. 42	1.69 b	1.84 bc	2.11 ab	2.13 abc	2.29 abc	2.58 a	2.07
ครั้งที่ 12 ธ.ค. 42	1.81 b	1.81 bc	1.60 abc	2.03 abcd	2.00 c	2.35 a	1.93
Mean	1.73	1.86	1.84	1.95	2.34	2.34	1.96
CV. (%)	17.21	16.10	14.04	14.98	12.47	13.32	15.91
F-test	**	*	**	**	**	*	ns

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของภาคเหนือ

จากการศึกษาถึงปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกันในเขตภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) ดังมีรายละเอียดดังนี้

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกสถานที่เท่ากับ 3.62 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.78-8.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 8.78 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีค่าเท่ากับ 4.10, 3.40, 2.90, 2.23 และ 2.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.78 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกสถานที่เท่ากับ 4.14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 11.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 5.06, 4.35, 2.45, 2.31 และ 2.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีค่าน้อยที่สุดคือ 1.42 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) โดยในพื้นที่ยอดเขา (M1) มีค่ามากที่สุดคือ 13.16 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 5.48, 5.04, 3.04, 3.30, 2.41 และ 2.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.93 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7)

โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 9.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) และ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีค่าเท่ากับ 7.04, 4.68, 2.71, 2.48 และ 2.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (R) มีค่าต่ำที่สุดคือ 2.10 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 11.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 5.91, 3.01, 2.46, 3.31 และ 2.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีค่าต่ำที่สุด คือ 1.68 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 11.60 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 5.95, 4.40, 2.71, 2.58 และ 2.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.50 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุด คือ 11.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) และพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) โดยมีค่าเท่ากับ 5.03, 4.92, 2.54, 2.21 และ 2.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.60 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 15.94 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 4.86, 4.35, 2.53, 2.37 และ 2.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีค่าต่ำที่สุดคือ 2.04 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 11.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีค่าเท่ากับ 5.81 , 5.48, 5.38, 4.34 และ 3.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.99 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) โดยในพื้นที่ยอดเขา (M1) มีปริมาณสูงที่สุดคือ 8.47 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) พื้นที่เชิงเขา (M3) และพื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) โดยมีค่าเท่ากับ 6.52, 5.98, 3.00, 2.89 และ 2.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำที่สุดคือ 2.34 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุด คือ 9.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) โดยมีค่าเท่ากับ 5.40, 3.20, 3.00, 1.86 และ 1.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) มีค่าต่อที่สุดคือ 1.36 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินจากสถานที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.08 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าอยู่ในช่วง 1.81-8.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 8.83 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 5.32, 4.67, 2.91, 2.30 และ 2.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.81 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของภาคกลาง

ผลของการศึกษาถึงปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่ของภาคกลาง ภายในระยะเวลาต่าง ๆ กัน พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8) โดยมีรายละเอียดดังนี้

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 ของภาคกลาง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินในสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 6.98 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 5.60, 5.38, 2.50, 1.70 และ 1.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.33 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 ของภาคกลาง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินในสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 7.73 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) และพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) โดยมีค่าเท่ากับ 5.46, 3.03, 2.31, 1.81 และ 1.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) มีค่าต่ำที่สุดคือ 0.85 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 ของภาคกลาง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินในสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 7.34 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) และพื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) โดยมีค่าเท่ากับ 5.19, 3.01, 1.89, 1.72 และ 1.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.54 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 ของภาคกลาง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดิน ในสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าสูงที่สุดคือ 6.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวต่อ

เนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 6.27 , 5.17, 2.28, 1.43 และ 1.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำสุดคือ 1.22 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 ของภาคกลาง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินในสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 8) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 4.86 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) และพื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) โดยมีค่าเท่ากับ 4.11, 3.93, 2.19, 1.43 และ 1.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.23 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 ของภาคกลาง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินในสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 5.49 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) และพื้นที่ปลูก พืชไร่ต่อเนื่อง (C) โดยมีค่าเท่ากับ 5.33, 4.07, 2.16, 1.76 และ 1.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.24 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 ของภาคกลาง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินในสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 8) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 5.90 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) โดยมีค่าเท่ากับ 4.57, 4.01, 2.67, 2.18 และ 1.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่องมีค่าต่ำที่สุดคือ 1.91 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 ของภาคกลาง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินในสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 7.55 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 6.14, 3.88, 2.62 , 2.09 และ 1.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำสุดคือ 1.56 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 ของภาคกลาง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินในสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 6.90 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่

บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) และพื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) โดยมีค่าเท่ากับ 5.68, 3.48, 2.95, 1.60 และ 1.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่องมีค่าต่ำที่สุดคือ 1.51 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 ของภาคกลาง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินในสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดคือ 6.70 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 5.10, 3.82, 2.96, 1.52 และ 1.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.29 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 ของภาคกลาง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินในสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8) โดยในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าสูงที่สุดคือ 6.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) โดยมีค่าเท่ากับ 6.03, 2.61, 2.25, 1.64 และ 1.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.36 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 ของภาคกลาง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินในสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 4.79 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 4.43, 3.32, 2.91, 2.36, 1.70 และ 1.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลของการศึกษาถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยดูจากปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ที่อยู่ในดิน ภายในระยะเวลาเดียวกัน แต่ต่างสถานที่พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในดินในสถานที่ที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีปริมาณมากที่สุดคือ 3.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีจำนวนเท่ากับ 3.38, 2.45, 2.03, 1.75 และ 1.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีจำนวนน้อยที่สุดคือ 1.23 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีจำนวนสูงที่สุดคือ 3.84 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) โดยมีค่าเท่ากับ 3.52, 2.50, 1.97, 1.85, 1.53 และ 1.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 3.79 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 3.40, 2.46, 2.04, 1.77 และ 1.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.31 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 4.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงไป

ได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 3.67, 2.18, 1.59, 1.39 และ 1.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำที่สุดคือ 0.89 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9) โดยในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าสูงที่สุดคือ 4.24 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีค่าเท่ากับ 3.71, 2.76, 2.59, 1.47 และ 1.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าน้อยที่สุดคือ 1.67 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9) โดยในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าสูงที่สุดคือ 4.09 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีค่าเท่ากับ 3.20, 2.00, 1.71 , 1.50 และ 1.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าน้อยที่สุด คือ 0.88 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9) โดยในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีปริมาณสูงที่สุดคือ 4.11 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีค่าเท่ากับ 3.72, 3.57, 1.98, 1.88 และ 1.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 1.02 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 4.29 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่

ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) และพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) โดยมีค่าเท่ากับ 3.54, 3.19, 2.22, 1.75 และ 1.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.14 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดคือ 5.53 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) และพื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) โดยมีค่าเท่ากับ 4.69, 3.63, 2.22, 1.95 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำที่สุดคือ 0.82 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9) โดยในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าสูงที่สุดคือ 8.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีค่าเท่ากับ 8.56, 5.60, 1.89, 1.73 และ 1.68 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.34 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 9) โดยในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าสูงที่สุดคือ 4.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) และพื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) โดยมีค่าเท่ากับ 3.64, 2.71, 2.42, 1.94 และ 1.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.09 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 5.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) โดยมีค่าเท่ากับ 4.43, 3.30, 2.64, 2.03 และ 1.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 1.52 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 แสดงผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละพื้นที่ภาคเหนือครั้งที่ 1-12

พื้นที่	เก็บครั้งที่ 1 ก.พ.41	เก็บครั้งที่ 2 เม.ย.41	เก็บครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	เก็บครั้งที่ 4 ส.ค. 41	เก็บครั้งที่ 5 ต.ค. 41	เก็บครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	เก็บครั้งที่ 7 ก.พ. 42	เก็บครั้งที่ 8 เม.ย. 42	เก็บครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	เก็บครั้งที่ 10 ส.ค. 42	เก็บครั้งที่ 11 ต.ค. 42	เก็บครั้งที่ 12 ธ.ค. 42
M1	8.78a	11.35a	13.16a	9.40 a	11.21 a	11.60a	11.65 a	15.94 a	11.66 a	8.47 a	9.65 a	8.83 a
M2	4.10b	4.35b	5.48b	7.01 ab	5.91 b	5.95 b	5.03 b	4.35 b	5.81 b	5.98 abc	5.40 b	5.32b
M3	2.20b	1.42b	3.30b	2.14 c	1.68 c	1.50 c	1.60 b	2.04 b	1.99 c	2.89 bc	1.86 bc	1.81b
C	2.23b	2.45b	2.41b	2.48 c	2.46 c	2.71 bc	2.10 b	2.37 b	4.34 bc	2.34 c	3.20 bc	2.70b
R	2.90b	2.31b	1.93b	2.71 c	2.31 c	2.58 bc	2.54 b	2.53 b	5.38 bc	2.58 bc	1.65 bc	2.91b
CR	1.78b	2.03b	2.28b	2.10 c	2.23 c	2.42 bc	2.21 b	2.23 b	5.48 b	3.00 bc	1.36 c	2.35b
F	3.40b	5.06b	5.04b	4.68 bc	3.01 bc	4.40 bc	4.92 b	4.86 b	3.36 bc	6.52 ab	3.00 bc	4.67b
Mean	3.62	4.14	4.80	4.36	4.12	4.45	4.29	4.90	5.50	4.54	3.73	4.08
CV(%)	56.33	64.15	49.06	41.54	39.10	40.81	46.36	55.58	28.37	40.31	45.85	40.25
F-Test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 8 แสดงผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละพื้นที่ภาคกลางครั้งที่ 1-12

พื้นที่	เก็บครั้งที่ 1 ก.พ.41	เก็บครั้งที่ 2 เม.ย.41	เก็บครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	เก็บครั้งที่ 4 ส.ค. 41	เก็บครั้งที่ 5 ต.ค. 41	เก็บครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	เก็บครั้งที่ 7 ก.พ. 42	เก็บครั้งที่ 8 เม.ย. 42	เก็บครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	เก็บครั้งที่ 10 ส.ค. 42	เก็บครั้งที่ 11 ต.ค. 42	เก็บครั้งที่ 12 ธ.ค. 42
M1	6.98a	7.73a	7.34a	6.27 a	4.86 a	5.49 a	5.90 a	7.55 a	6.90 a	6.70 a	6.03 a	4.79
M2	5.60b	5.46ab	5.19ab	5.17 ab	3.93 ab	5.33 a	4.57 ab	6.14 ab	5.88 ab	5.10 ab	6.04 a	4.43
M3	2.50bc	2.31bc	1.89c	2.28 ab	2.19 bc	2.16 b	2.18 b	2.62 c	2.95 bc	3.82 ab	2.61 b	3.32
C	1.33c	1.13c	1.54c	1.22 b	1.23 c	1.45 b	1.95 b	1.56 c	1.51 c	1.29 b	1.44 b	2.36
R	1.70c	0.85c	1.57c	1.43 b	1.37 c	1.24 b	1.95 b	2.09 c	1.58 c	1.52 b	1.64 b	1.70
CR	1.65c	1.81c	1.72c	1.34 b	1.43 c	1.76 b	2.67 b	1.63 c	1.60 c	1.46 b	1.36 b	1.68
F	3.73abc	3.03c	3.01bc	6.37 a	4.11 ab	4.07 ab	4.01 ab	3.88 bc	3.48 abc	2.96 ab	2.25 b	2.91
Mean	3.35	3.19	3.22	3.44	2.73	3.07	3.32	3.64	3.39	3.26	3.05	3.03
CV(%)	47.52	55.09	39.28	55.51	58.07	46.61	51.39	36.45	52.49	63.28	48.17	66.81
F-Test	**	**	**	**	*	**	*	**	**	**	**	ns

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 9 แสดงผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือครั้งที่ 1-12

พื้นที่	เก็บครั้งที่ 1 ก.พ.41	เก็บครั้งที่ 2 เม.ย.41	เก็บครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	เก็บครั้งที่ 4 ส.ค. 41	เก็บครั้งที่ 5 ต.ค. 41	เก็บครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	เก็บครั้งที่ 7 ก.พ. 42	เก็บครั้งที่ 8 เม.ย. 42	เก็บครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	เก็บครั้งที่ 10 ส.ค. 42	เก็บครั้งที่ 11 ต.ค. 42	เก็บครั้งที่ 12 ธ.ค. 42
M1	3.40a	3.84a	3.79a	4.10 a	3.71 a	3.20 ab	3.72 a	4.29 a	5.53 a	5.96 a	3.84 ab	5.03a
M2	3.38a	3.52ab	3.40ab	3.67 ab	4.24 a	4.09 a	3.57 a	3.54 ab	4.69 ab	8.65 a	4.12 a	4.43ab
M3	2.45b	2.51abc	2.46bc	2.18 bc	2.76 ab	2.00 abc	4.11 a	3.19 abc	3.63 b	8.56 a	2.71 abc	2.64cd
C	1.23b	1.10c	1.31c	0.89 c	1.07 b	0.88 c	1.02 b	1.26 c	0.82 d	1.34 b	1.09 c	1.52d
R	2.03ab	1.85bc	2.04c	1.59 c	2.59 ab	1.50 bc	1.98 b	2.22 abc	1.50 cd	1.89 b	1.86 bc	2.03cd
CR	1.75b	1.97bc	1.72c	1.15 c	1.47 b	1.70 bc	1.88 b	1.75 bc	1.95 cd	1.74 b	1.94 bc	1.82cd
F	1.70b	1.53c	1.77c	1.39 c	1.45 b	1.18 bc	1.30 b	1.14 c	2.22 c	1.68 b	2.42 abc	3.30bc
Mean	2.28	2.33	2.36	2.14	2.47	2.08	2.51	2.49	2.90	4.26	2.54	2.97
CV(%)	27.90	33.50	22.65	36.39	40.66	47.84	24.98	39.69	21.48	45.88	50.18	26.57
F-Test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดินในพื้นที่เดียวกันแต่ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคเหนือ

จากการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในเขตภาคเหนือ ในสถานที่เดียวกันแต่ระยะเวลาเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันไป พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10)

ในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 10.97 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 18.47-15.94 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุด คือ 15.94 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปคือการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3, 9, 7, 6, 2, 5, 11, 4, 12 และ ครั้งที่ 1 โดยมีค่าเท่ากับ 13.16, 11.66, 11.65, 11.60, 11.35, 11.21, 9.65, 9.40, 8.83 และ 8.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำที่สุดคือ 8.47 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 5.39 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินในครั้งที่ 4 มีค่าสูงที่สุดคือ 7.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 6, 5, 9, 3, 11, 12, 7, 2, 8 และ ครั้งที่ 1 โดยมีค่าเท่ากับ 5.98, 5.95, 5.91, 5.81, 5.48, 5.40, 5.31, 5.03, 4.35, 4.35 และ 4.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 มีค่าสูงที่สุดคือ 3.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 12, 1, 4, 8, 9, 11, 5, 7, 6 และ ครั้งที่ 2 โดยมีค่าเท่ากับ 2.89, 2.61, 2.20, 2.14, 2.04, 1.99, 1.86, 1.68, 1.60, 1.50 และ 1.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 10) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 4.34 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การ

เก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 6, 12, 4, 5, 2, 8, 10, 1 และครั้งที่ 7 โดยมีค่าเท่ากับ 3.20, 2.71, 2.70, 2.48, 2.46, 2.45, 2.41, 2.37, 2.34, 2.23 และ 2.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 10) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.69 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 5.38 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12, 1, 4, 6, 10, 7, 8, 5, 2, 3 และครั้งที่ 11 โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากับ 2.91, 2.90, 2.71, 2.58, 2.58, 2.54, 2.53, 2.31, 2.31, 1.93 และ 1.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 10) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 5.48 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 6, 12, 3, 8, 5, 7, 4, 2, 1 และครั้งที่ 11 โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากับ 2.99, 2.42, 2.35, 2.28, 2.23, 2.23, 2.21, 2.10, 2.03, 1.78 และ 1.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 4.45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 6.52 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2, 3, 7, 8, 4, 12, 6, 9, 1, 5 และครั้งที่ 11 โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากับ 5.06, 5.04, 4.92, 4.86, 4.68, 4.67, 4.40, 3.86, 3.40, 3.01 และ 3.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กล่าวโดยสรุปคือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แม้ว่าช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างในรอบ 2 ปีจะแตกต่างกันก็ตาม ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) เมื่อเวลาของการเก็บตัวอย่างดินเปลี่ยนแปลงไป เปอร์เซ็นต์ของ

อินทรีย์วัตถุในดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงฤดูกาลหรือระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างดิน

ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดินในพื้นที่เดียวกันแต่ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคกลาง

จากการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในเขตภาคกลาง ในสถานที่เดียวกันแต่ระยะเวลาเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันไป พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 6.37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดคือ 7.73 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8, 3, 1, 9, 10, 4, 11, 7, 6, 5 และครั้งที่ 12 โดยมีค่าเท่ากับ 7.55, 7.34, 6.98, 6.90, 6.70, 6.27, 6.03, 5.88, 5.49, 4.86 และ 4.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 5.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินในครั้งที่ 9 มีค่าสูงที่สุดคือ 7.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8, 11, 1, 2, 6, 3, 4, 10, 7, 12 และครั้งที่ 5 โดยมีค่าเท่ากับ 6.14, 6.04, 5.60, 5.46, 5.32, 5.19, 5.17, 5.10, 4.57, 4.41 และ 3.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 11) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 2.57 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีค่าสูงที่สุดคือ 3.82 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12, 9, 8, 11, 1, 2, 4, 5, 7, 6 และครั้งที่ 3 โดยมีค่าเท่ากับ 3.32, 2.95, 2.62, 2.60, 2.50, 2.31, 2.28, 2.19, 2.18, 2.16 และ 1.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่12 มี

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 2.36 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7, 8, 3, 9, 6, 11, 1, 10, 5, 4 และครั้งที่ 2 โดยมีค่าเท่ากับ 1.95, 1.56, 1.54, 1.51, 1.45, 1.44, 1.33, 1.29, 1.23, 1.22 และ 1.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 2.09 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7, 12, 1, 11, 9, 3, 10, 4, 5, 6 และครั้งที่ 2 โดยมีค่าเท่ากับ 1.95, 1.70, 1.70, 1.64, 1.58, 1.57, 1.52, 1.43, 1.37, 1.24 และ 0.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 11) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 2.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2, 6, 3, 12, 1, 8, 9, 10, 5, 11 และครั้งที่ 4 โดยมีค่าเท่ากับ 1.81, 1.76, 1.72, 1.68, 1.65, 1.63, 1.60, 1.46, 1.38 และ 1.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 11) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 3.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 6.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5, 6, 7, 8, 1, 9, 2, 10, 12 และครั้งที่ 11 โดยมีค่าเท่ากับ 4.11, 4.07, 4.01, 3.88, 3.72, 3.48, 3.31, 3.03, 2.96, 2.91 และ 2.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กล่าวโดยสรุปคือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แม้ว่าช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างดินในรอบ 2 ปี จะเปลี่ยนไปก็ตาม ส่วนในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) เมื่อเวลาของการเก็บตัวอย่างดินเปลี่ยนแปลงไปปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงฤดูกาลหรือระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างดิน

ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดินในพื้นที่เดียวกันแต่ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือในสถานที่เดียวกันแต่ระยะเวลาเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันไป พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 12) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 12)โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 4.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดคือ 6.90 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 12, 8, 4, 2, 3, 7, 5, 11, 1 และครั้งที่ 6 โดยมีค่าเท่ากับ 5.96, 5.03, 4.29, 4.10, 3.84, 3.79, 3.72, 3.71, 3.64, 3.40 และ 3.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 12) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 3.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินในครั้งที่ 10 มีค่าสูงที่สุดคือ 8.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9, 2, 5, 11, 6, 4, 7, 8, 2, 3 และครั้งที่ 1 โดยมีค่าเท่ากับ 4.69, 4.43, 4.24, 4.12, 4.09, 3.67, 3.57, 3.54, 3.52, 3.40 และ 3.38เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 12) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 3.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีค่าสูงที่สุดคือ 8.56 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9, 7, 8, 5, 11, 12, 2, 3, 1, 4 และครั้งที่ 6 โดยมีค่าท่ากับ 4.59, 4.11, 3.19, 2.76, 2.71, 2.64, 2.51, 2.46, 2.45, 2.18 และ 2.000 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 12) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่12 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 1.51 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 3, 8,1, 2, 11, 5, 7, 4, 6 และครั้งที่ 9 โดยมีค่าเท่ากับ 1.34, 1.31, 1.26, 1.23, 1.10, 1.09, 1.07, 1.02, 0.89, 0.88 และ 0.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 12) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 2.59 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8, 3, 12, 1, 7, 10, 11, 2, 4, 6 และครั้งที่ 9 โดยมีค่าเท่ากับ 2.22, 2.04, 2.03, 2.03, 1.98, 1.88, 1.86, 1.85, 1.59, 1.50 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 12) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.74 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 1.97 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9, 11, 7, 12, 8, 1, 10, 3, 6, 5 และ ครั้งที่ 4 โดยมีค่าเท่ากับ 1.95, 1.94, 1.88, 1.82, 1.75, 1.75, 1.74, 1.72, 1.70, 1.46 และ 1.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 12) โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างดินเท่ากับ 1.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 3.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 9, 3, 1, 10, 2, 5, 4, 7, 6 และครั้งที่ 8 โดยมีค่าเท่ากับ 2.42, 2.22, 1.77, 1.70, 1.68, 1.50, 1.45, 1.39, 1.30, 1.18 และ 1.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กล่าวโดยสรุปคือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่ทำการปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แม้ว่าช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างดินในรอบ 2 ปี จะเปลี่ยนไปก็ตาม ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) เมื่อเวลาของการเก็บตัวอย่างดินเปลี่ยนแปลงไปปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงฤดูกาลหรือระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างดิน

ตารางที่ 10 แสดงผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ในตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12

ครั้งที่เก็บ	พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน						
ตัวอย่างดิน	M1	M2	M3	C	R	CR	F
ครั้งที่ 1 ก.พ. 41	8.78	4.10	2.20	2.23 b	2.90 b	1.78 b	3.40
ครั้งที่ 2 เม.ย. 41	11.35	4.35	1.42	2.45 b	2.31 b	2.03 b	5.06
ครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	13.16	5.48	3.30	2.41 b	1.93 b	2.28 b	5.04
ครั้งที่ 4 ส.ค. 41	9.40	7.01	2.14	2.48 b	2.71 b	2.10 b	4.68
ครั้งที่ 5 ต.ค. 41	11.21	5.91	1.68	2.46 b	2.31 b	2.23 b	3.01
ครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	11.60	5.95	1.50	2.71 b	2.58 b	2.42 b	4.40
ครั้งที่ 7 ก.พ. 42	11.65	5.03	1.60	2.10 b	2.54 b	2.21 b	4.92
ครั้งที่ 8 เม.ย. 42	15.94	4.35	2.04	2.37 b	2.53 b	2.23 b	4.86
ครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	11.66	5.81	1.99	4.34 a	5.38 a	5.48 a	3.86
ครั้งที่ 10 ส.ค. 42	8.47	5.98	2.89	2.34 b	2.58 b	3.00 b	6.52
ครั้งที่ 11 ต.ค. 42	9.65	5.40	1.86	3.20 b	1.65 b	1.36 b	3.00
ครั้งที่ 12 ธ.ค. 42	8.83	5.32	2.61	2.70 b	2.91 b	2.35 b	4.67
Mean	10.97	5.39	2.10	2.65	2.69	2.45	4.45
CV. (%)	28.97	24.43	52.56	20.63	25.85	29.98	35.80
F-test	ns	ns	ns	**	**	**	ns

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 11 แสดงผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ในตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12

ครั้งที่เก็บตัวอย่างดิน	พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน						
	M1	M2	M3	C	R	CR	F
ครั้งที่ 1 ก.พ. 41	6.98	5.60	2.50 bc	1.33	1.70	1.65 b	3.73 b
ครั้งที่ 2 เม.ย. 41	7.73	5.46	2.31 bc	1.13	0.85	1.81 b	3.03 b
ครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	7.34	5.19	1.89 c	1.54	1.57	1.72 b	3.31 b
ครั้งที่ 4 ส.ค. 41	6.27	5.17	2.28 bc	1.22	1.43	1.34 b	6.37 a
ครั้งที่ 5 ต.ค. 41	4.86	3.93	2.19 bc	1.23	1.37	1.43 b	4.11 b
ครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	5.49	5.33	2.16 bc	1.45	1.24	1.76 b	4.07 b
ครั้งที่ 7 ก.พ. 42	5.88	4.57	2.18 bc	1.95	1.95	2.67 a	4.01 b
ครั้งที่ 8 เม.ย. 42	7.55	6.14	2.62 abc	1.56	2.09	1.63 b	3.88 b
ครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	6.90	7.18	2.95 abc	1.51	1.58	1.60 b	3.48 b
ครั้งที่ 10 ส.ค. 42	6.70	5.10	3.82 a	1.29	1.52	1.46 b	2.96 b
ครั้งที่ 11 ต.ค. 42	6.03	6.04	2.61 abc	1.44	1.64	1.36 b	2.25 b
ครั้งที่ 12 ธ.ค. 42	4.79	4.43	3.32 ab	2.36	1.70	1.68 b	2.91 b
Mean	6.37	5.34	2.57	1.50	1.55	1.67	3.67
CV. (%)	44.40	29.30	23.00	37.39	28.28	21.63	32.92
F-test	ns	ns	**	ns	ns	**	*

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 12 แสดงผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ในตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12

ครั้งที่เก็บ ตัวอย่างดิน	พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน						
	M1	M2	M3	C	R	CR	F
ครั้งที่ 1 ก.พ. 41	3.40 c	3.38 b	2.45 bc	1.23	2.03	1.75	1.70 b
ครั้งที่ 2 เม.ย. 41	3.84 bc	3.52 b	2.51 bc	1.10	1.85	1.97	1.50 b
ครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	3.79 bc	3.40 b	2.46 bc	1.31	2.04	1.72	1.77 b
ครั้งที่ 4 ส.ค. 41	4.10 bc	3.67 b	2.18 bc	0.89	1.59	1.15	1.39 b
ครั้งที่ 5 ต.ค. 41	3.71 bc	4.24 b	2.76 bc	1.07	2.59	1.47	1.45 b
ครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	3.20 c	4.09 b	2.00 c	0.88	1.50	1.70	1.18 b
ครั้งที่ 7 ก.พ. 42	3.72 bc	3.57 b	4.11 bc	1.02	1.98	1.88	1.30 b
ครั้งที่ 8 เม.ย. 42	4.29 bc	3.54 b	3.19 bc	1.26	2.22	1.75	1.14 b
ครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	6.90 a	4.69 b	4.59 b	0.82	1.50	1.95	2.22 ab
ครั้งที่ 10 ส.ค. 42	5.96 bc	8.65 a	8.56 a	1.34	1.89	1.74	1.68 b
ครั้งที่ 11 ต.ค. 42	3.64 bc	4.12 b	2.71 bc	1.09	1.86	1.94	2.42 ab
ครั้งที่ 12 ธ.ค. 42	5.03 abc	4.43 b	2.64 bc	1.51	2.03	1.85	3.30 a
Mean	4.30	4.27	3.34	1.13	1.92	1.74	1.75
CV. (%)	34.73	36.43	34.22	51.74	26.44	18.93	33.87
F-test	*	**	**	ns	ns	ns	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างดินของภาคเหนือ

จากการศึกษาถึงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่นำมาศึกษาจากสถานที่แตกต่างกัน ภายในระยะเวลาเดียวกันในเขตภาคเหนือ พบว่าพื้นที่สุ่มเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันมีปริมาณความชื้นที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 13) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 พบว่าความชื้นของดินจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 13) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 27.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 25.10, 14.81, 8.66, 6.54 และ 4.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 2.92 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 พบว่าความชื้นของดินจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 13) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีความชื้นของดินสูงที่สุด คือ 24.19 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 19.84, 10.13, 9.15, 4.34 และ 3.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 2.56 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 พบว่าความชื้นของดินจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 13) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 55.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 18.78, 16.43, 15.78, 7.68 และ 6.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 6.41 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 พบว่าความชื้นของดินจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 13) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีความชื้นสูงที่สุดคือ 39.90 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีค่าเท่ากับ 29.38, 27.44, 22.05, 15.72 และ 11.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีความชื้นต่ำที่สุดคือ 8.08 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 พบว่าความชื้นของดินจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 13) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 48.29 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีค่าเท่ากับ 45.40, 44.27, 19.10, 17.64 และ 9.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 8.40 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 พบว่าความชื้นของดินจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 13) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 40.84 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) โดยมีความชื้นเท่ากับ 29.18, 15.36, 13.58, 9.49 และ 7.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 6.27 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 พบว่าความชื้นของดินจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 13) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 28.48 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 26.11, 13.44, 8.34, 4.40 และ 3.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 1.77 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 พบว่าความชื้นของดินจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 13) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 47.26 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR)

พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 21.48, 20.61, 14.34, 10.32 และ 7.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 7.28 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 พบว่าความชื้นของดินจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 13) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 56.85 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 31.80, 25.72, 24.99, 20.73 และ 20.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 14.88เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 พบว่าความชื้นของดินจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 13) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 59.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีความชื้นเท่ากับ 52.95, 52.86, 39.75, 35.65 และ 31.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง (C) มีความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 25.44 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 พบว่าความชื้นของดินจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 13) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 54.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 52.91, 52.50, 37.96, 32.10 และ 29.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 22.16 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 พบว่าความชื้นของดินจากสถานที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 13) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 49.86 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และ

พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 34.89, 28.80, 20.24, 12.02 และ 11.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง มีความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 3.71 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างดินของภาคกลาง

จากการศึกษาถึงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่นำมาศึกษาจากสถานที่แตกต่างกัน ภายในระยะเวลาเดียวกันในเขตภาคกลาง พบว่าปริมาณความชื้นของดินที่สุ่มเก็บตัวอย่างดินจากสถานที่ที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันสถิติ (ตารางที่ 14) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 ของภาคกลาง พบว่าความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14) โดยในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 26.29 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 20.81, 17.01, 13.39, 8.14 และ 6.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 6.27 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 ของภาคกลาง พบว่าความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 14) โดยพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 28.09 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 27.37, 24.08, 15.25, 14.16 และ 12.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 6.87 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 ของภาคกลาง พบว่าความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 14) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 32.09 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่

ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 31.67, 26.08, 19.95, 15.07 และ 12.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 11.80 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 ของภาคกลาง พบว่าความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 14) โดยในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุด คือ 23.71 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 22.13 , 20.85, 18.34, 17.25 และ 14.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 9.19 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 ของภาคกลาง พบว่าความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 42.91 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 41.48, 30.49, 26.05, 24.65 และ 24.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 18.67 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 ของภาคกลาง พบว่าความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14) โดยพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 23.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีความชื้นของตัวอย่างดินเท่ากับ 16.36, 16.11, 15.44, 10.96 และ 8.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 7.97 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 ของภาคกลาง พบว่าความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 14) โดยในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 27.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ

20.55, 16.62, 14.55, 10.48 และ 9.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 3.79 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 ของภาคกลาง พบว่าความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14) โดยในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 19.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 13.93, 13.85, 13.42, 12.29 และ 11.05 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 5.00 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 ของภาคกลาง พบว่าความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14) โดยพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 32.98 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 32.59, 27.25, 22.06, 21.09 และ 19.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 18.09 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 ของภาคกลาง พบว่าความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 14) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 43.73 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 37.69, 34.20, 25.34, 17.30 และ 13.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 12.59 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 ของภาคกลาง พบว่าความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14) โดยในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 40.78 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ

36.52, 34.52, 34.01, 22.97 และ 20.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 19.70 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 ของภาคกลาง พบว่าความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 14) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 39.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีความชื้นของดินเท่ากับ 29.58, 28.18, 19.40, 19.00 และ 14.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 12.28 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกันในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การศึกษาถึงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในแต่ละครั้งจากสถานที่แตกต่างกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินในพื้นที่ที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 15) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 15) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 23.41 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M2) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 17.75, 4.47, 3.74, 2.71 และ 1.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 1.31 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 15) โดยในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 27.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินเท่ากับ 25.89, 25.38, 23.32, 21.37 และ 6.87 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 5.92 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 15) โดยพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุด คือ 14.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 11.98, 11.40, 8.35, 6.62 และ 2.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 1.93 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 15) โดยในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 16.56 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 14.73, 13.85, 12.60, 10.95 และ 7.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 7.36 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 15) โดยในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 44.02 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 43.06, 20.34, 19.17, 17.57 และ 15.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 13.74 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 15) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 25.26 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณยอด

เขา (M1) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 20.27, 6.99, 6.66, 3.99 และ 3.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 3.06 เปอร์เซ็นต์

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 15) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 10.54 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 5.75, 3.18, 2.26, 1.70 และ 1.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 1.58 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่ที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 15) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 4.74 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) ซึ่งมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 4.19, 4.03, 2.89, 2.59 และ 2.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 1.64 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่ที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 15) โดยในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 31.89 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 31.45, 27.16, 22.70, 21.24 และ 8.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 7.81 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่ที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ยิ่ง (ตารางที่ 15) โดยในพื้นที่ที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุด คือ 42.58 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 35.95, 30.02, 22.61, 12.36 และ 5.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 4.93 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่ที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 15) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 47.13 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 34.91, 33.06, 24.08, 21.38 และ 12.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 8.55 เปอร์เซ็นต์

การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่ที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 15) โดยในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 10.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 5.58, 2.91, 2.82, 2.18 และ 1.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 1.36 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 13 แสดงผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12

พื้นที่	เก็บครั้งที่ 1 ก.พ.41	เก็บครั้งที่ 2 เม.ย.41	เก็บครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	เก็บครั้งที่ 4 ส.ค. 41	เก็บครั้งที่ 5 ต.ค. 41	เก็บครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	เก็บครั้งที่ 7 ก.พ. 42	เก็บครั้งที่ 8 เม.ย. 42	เก็บครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	เก็บครั้งที่ 10 ส.ค. 42	เก็บครั้งที่ 11 ต.ค. 42	เก็บครั้งที่ 12 ธ.ค. 42
M1	27.04a	19.84ab	55.65 a	39.90 a	48.29 a	40.84 a	26.11 a	47.26 a	56.85 a	52.95 ab	52.50 a	49.86 a
M2	8.66abc	9.15 ab	18.78 b	22.50 bc	19.10 ab	13.58 bc	8.34 ab	20.61 bc	24.99 b	39.75 abc	36.96 ab	20.24 bcd
M3	6.54bc	4.34 b	6.41 b	11.29 cd	9.97 b	9.49 bc	3.23 b	7.28 c	20.73 b	35.65 bc	32.10 ab	12.02 cd
C	4.46c	2.56 b	6.87 b	15.72 cd	8.40 b	29.15 ab	4.40 b	10.32 bc	14.88 b	25.44 c	22.16 b	3.71 d
R	14.81abc	10.13ab	15.78 b	29.38 bc	44.27 a	15.36 bc	13.44 ab	14.34 bc	25.72 b	52.86 ab	52.91 a	34.89 ab
CR	25.10ab	24.29ab	16.43 b	27.44 bc	45.40 a	7.17 c	28.48 a	21.48 b	31.80 b	59.66 a	54.12 a	28.80 bc
F	2.92c	3.55 b	7.68 b	8.08 d	17.64 ab	6.27 c	1.77 b	7.81 c	20.08 b	31.37 b	29.16 b	11.53 cd
Mean	12.86	10.55	18.23	21.98	27.58	17.41	12.25	18.44	27.86	42.52	40.13	23.01
CV(%)	66.65	79.23	42.70	31.40	55.53	52.96	75.25	32.56	39.43	30.49	35.57	38.98
F-Test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 14 แสดงผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12

พื้นที่	เก็บครั้งที่ 1 ก.พ.41	เก็บครั้งที่ 2 เม.ย.41	เก็บครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	เก็บครั้งที่ 4 ส.ค. 41	เก็บครั้งที่ 5 ต.ค. 41	เก็บครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	เก็บครั้งที่ 7 ก.พ. 42	เก็บครั้งที่ 8 เม.ย. 42	เก็บครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	เก็บครั้งที่ 10 ส.ค. 42	เก็บครั้งที่ 11 ต.ค. 42	เก็บครั้งที่ 12 ธ.ค. 42
M1	17.01	28.09a	32.09a	22.13 a	42.94	16.11	14.55 abc	13.85	27.25	43.73 a	36.52	39.08 a
M2	20.81	27.37ab	31.67a	23.71 a	41.48	23.33	20.55 ab	13.93	32.59	37.69 ab	40.78	29.58 ab
M3	8.14	12.12cd	11.80b	9.19 b	24.65	10.96	3.79 c	5.00	22.06	13.69 b	22.97	19.40 b
C	6.31	14.16bcd	15.07b	17.25 ab	18.67	7.97	10.48 bc	12.29	18.09	17.30 b	20.37	14.09 b
R	26.29	24.05abc	26.08ab	18.34 ab	26.05	15.44	27.37 a	19.03	32.98	34.20 ab	34.52	28.18 ab
CR	13.39	15.25abcd	12.84b	20.85 a	30.49	16.36	16.62 abc	13.42	21.09	25.34 ab	34.01	19.00 b
F	6.27	6.87 d	19.95ab	14.74 ab	24.58	8.70	9.90 bc	11.05	19.28	12.59 b	19.70	12.28 b
Mean	14.03	18.25	21.36	18.03	29.84	14.12	14.75	12.65	24.76	26.36	29.84	23.09
CV(%)	71.32	33.07	43.05	38.75	38.75	61.88	54.69	73.15	30.91	44.25	39.68	35.23
F-Test	ns	**	*	**	ns	ns	*	ns	ns	**	ns	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 15 แสดงผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12

พื้นที่	เก็บครั้งที่ 1 ก.พ.41	เก็บครั้งที่ 2 เม.ย.41	เก็บครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	เก็บครั้งที่ 4 ส.ค. 41	เก็บครั้งที่ 5 ต.ค. 41	เก็บครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	เก็บครั้งที่ 7 ก.พ. 42	เก็บครั้งที่ 8 เม.ย. 42	เก็บครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	เก็บครั้งที่ 10 ส.ค. 42	เก็บครั้งที่ 11 ต.ค. 42	เก็บครั้งที่ 12 ธ.ค. 42
M1	3.74c	21.37a	11.40 a	13.85 ab	19.17 b	6.99 b	2.26 b	2.59	21.24 b	22.61 bc	24.08 bcd	10.67 a
M2	4.47c	27.66a	14.04 a	16.56 a	20.34 b	6.61 b	3.18 b	1.64	27.16 ab	30.02 ab	33.06 b	2.18 b
M3	2.71c	25.89a	11.98 a	10.95 bc	17.57 b	3.99 b	1.58 b	2.10	22.70 b	12.36 cd	21.38 cd	2.91 b
C	1.31c	5.92 b	1.93 b	7.36 c	15.26 b	3.06 b	1.70 b	2.89	8.12 c	5.51 d	12.03 de	1.75 b
R	17.75b	23.32a	8.35 ab	12.60 abc	44.02 a	20.27 a	5.75 ab	4.03	31.89 a	42.58 a	34.91 b	2.82 b
CR	23.41a	25.38a	6.62 ab	14.73 ab	43.06 a	25.26 a	10.54 a	4.74	31.45 a	35.95 ab	47.13 a	5.58 ab
F	1.70c	6.87 b	2.56 b	7.94 c	13.74 b	3.54 b	1.67 b	4.19	7.81 c	4.93 d	8.55 a	1.39 b
Mean	7.87	19.49	8.12	12.00	24.74	9.96	3.81	3.17	21.48	21.99	25.88	3.89
CV(%)	33.12	15.90	45.75	28.20	22.20	29.08	79.62	63.22	17.82	33.18	22.12	71.45
F-Test	**	**	**	*	**	**	**	ns	**	**	**	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บมาจากสถานที่เดียวกันในระยะเวลาที่แตกต่างกันในภาคเหนือ

จากการศึกษาถึงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากสถานที่เดียวกันในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันในเขตภาคเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 16) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 16) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 56.85 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3, 10, 11, 12, 5, 8, 6, 4, 1 และครั้งที่ 7 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 55.65, 52.95, 52.50, 49.86, 48.29, 47.26, 40.84, 39.90, 27.03 และ 26.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 19.84 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 16) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 39.75 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 9, 4, 8, 12, 5, 3, 6, 2 และครั้งที่ 1 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 37.96, 24.99, 22.05, 20.61, 20.24, 19.10, 18.78, 13.58, 9.15 และ 8.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 8.34 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 16) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 35.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 9, 12, 4, 5, 6, 8, 1, 3 และครั้งที่ 2 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 32.10, 20.73, 12.02, 11.29, 9.97, 9.49, 7.28, 6.54, 6.41 และ 4.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 3.23 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัย

สำคัญยิ่ง (ตารางที่ 16) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุด คือ 29.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 11, 4, 9, 8, 5, 3, 1, 7 และครั้งที่ 12 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 25.44, 22.16, 15.72, 14.88, 10.32, 8.40, 6.87, 4.64, 4.40 และ 3.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 2.56 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 16) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 52.91 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 5, 12, 4, 9, 3, 6, 18 และครั้งที่ 7 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 52.86, 44.27, 34.89, 29.38, 25.72, 15.78, 15.36, 14.81, 14.34 และ 13.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 10.13 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 16) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 59.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 5, 9, 12, 7, 4, 1, 2 และครั้งที่ 3 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 54.12, 45.40, 31.80, 28.80, 28.48, 27.44, 25.10, 24.29 และ 16.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 7.17 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) ของภาคเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 16) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 56.85 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 9, 5, 12, 4, 8, 3, 6, 2 และครั้งที่ 1 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 29.16, 20.08, 17.64, 11.53, 8.08, 7.81, 7.68, 6.27, 3.55 และ 2.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 1.77 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บมาจากสถานที่เดียวกันในระยะเวลาที่แตกต่างกันในภาคกลาง

จากการศึกษาถึงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากสถานที่เดียวกันในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันในเขตภาคกลาง พบว่าปริมาณความชื้นของดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) ของภาคกลาง พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 17) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 43.73 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5, 12, 11, 3, 2, 9, 4, 1, 6 และครั้งที่ 7 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 42.94, 39.08, 36.52, 32.09, 28.09, 27.25, 22.13, 17.01, 16.11 และ 14.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 13.85 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) ของภาคกลาง พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 17) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 41.48 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 10, 9, 3, 12, 2, 4, 6, 1 และครั้งที่ 7 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 40.78, 37.69, 32.59, 31.67, 29.58, 27.37, 23.71, 23.33, 20.81 และ 20.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 13.93 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) ของภาคกลาง พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 17) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 24.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 9, 12, 10, 2, 3, 6, 4, 1 และครั้งที่ 5 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 22.97, 22.06, 19.40, 13.69, 12.12, 11.80, 10.96, 9.19, 8.14 และ 5.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 3.79 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) ของภาคกลาง พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัย

สำคัญยิ่ง (ตารางที่ 17) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุด คือ 20.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5, 9, 10, 4, 3, 2, 12, 8, 7 และครั้งที่ 6 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 18.67, 18.09, 17.30, 17.25, 15.07, 14.16, 14.09, 12.29, 10.48 และ 7.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 6.31 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) ของภาคกลาง พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 17) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 34.52 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 9, 12, 7, 1, 3, 5, 2, 8 และครั้งที่ 4 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 34.20, 32.98, 28.18, 27.38, 26.29, 26.08, 26.05, 24.05, 19.03 และ 18.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 15.44 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) ของภาคกลาง พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 17) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 34.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5, 10, 9, 4, 12, 7, 6, 2, 8 และครั้งที่ 1 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 30.49, 25.34, 21.09, 19.00, 20.85, 16.62, 16.36, 15.25, 13.42 และ 13.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 12.84 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) ของภาคกลาง พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 17) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 24.58 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3, 11, 9, 4, 10, 12, 8, 7, 6 และครั้งที่ 2 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 19.95, 19.70, 19.28ล 14.74, 12.59, 12.28, 11.05, 9.90, 8.70 และ 6.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 6.27 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บมาจากสถานที่เดียวกันในระยะเวลาที่แตกต่างกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากการศึกษาถึงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากสถานที่เดียวกันในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่าปริมาณความชื้นของดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 18) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 18) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 24.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 2, 9, 5, 4, 3, 12, 6, 1 และครั้งที่ 8 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 22.61, 21.37, 19.17, 13.85, 11.40, 10.67, 6.99, 3.74 และ 2.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 2.26 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 18) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 33.06 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 2, 9, 5, 4, 3, 6, 1, 7 และครั้งที่ 12 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 30.02, 27.66, 27.16, 20.34, 16.56, 14.04, 6.61, 4.47, 3.18 และ 2.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 1.64 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 18) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 25.89 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9, 11, 5, 10, 3, 4, 6, 12, 1 และครั้งที่ 8 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 22.70, 21.38, 17.57, 12.36, 11.98, 10.95, 3.99, 2.91, 2.71 และ 2.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 1.58 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกัน

ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 18) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 15.26 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 9, 4, 2, 10, 6, 8, 3, 12 และครั้งที่ 7 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 12.03, 8.12, 7.36, 5.92, 5.51, 3.06, 2.89, 1.93, 1.75 และ 1.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 1.31 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 18) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 44.02 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 11, 9, 2, 6, 1, 4, 3, 7 และครั้งที่ 8 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 42.58, 34.91, 31.89, 23.32, 20.27, 17.75, 12.60, 8.35, 5.75 และ 4.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 2.82 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 18) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 47.13 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5, 10, 9, 2, 6, 1, 4, 7, 3 และครั้งที่ 12 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 43.06, 35.95, 31.45, 25.38, 25.26, 23.41, 14.73, 10.84, 6.62 และ 5.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 4.85 เปอร์เซ็นต์

ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าปริมาณความชื้นของดินในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 18) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีปริมาณความชื้นของดินสูงที่สุดคือ 13.74 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11, 4, 9, 2, 10, 8, 6, 3, 1 และครั้งที่ 7 โดยมีปริมาณความชื้นของดินเท่ากับ 8.55, 7.94, 7.81, 6.87, 4.93, 4.19, 3.54, 2.56, 1.70 และ 1.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 มีปริมาณความชื้นของดินต่ำที่สุดคือ 1.36 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 16 แสดงผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันแต่ช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างดินต่างกันของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12

ครั้งที่เก็บตัวอย่างดิน	พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน						
	M1	M2	M3	C	R	CR	F
ครั้งที่ 1 ก.พ. 41	27.03 bc	8.66 d	6.54 b	4.64 cd	14.81 b	25.10 cd	2.92 e
ครั้งที่ 2 เม.ย. 41	19.84 c	9.15 d	4.34 b	2.50 d	10.13 b	24.29 cd	3.55 e
ครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	55.65 a	18.78 bc	6.41 b	6.87 cd	15.78 b	16.43 d	7.68 de
ครั้งที่ 4 ส.ค. 41	39.90 abc	22.05 bc	11.29 b	15.72 bc	29.38 ab	27.44 cd	8.08 cde
ครั้งที่ 5 ต.ค. 41	48.29 a	19.10 bc	9.97 b	8.40 cd	44.27 a	45.40 abc	17.64 bcd
ครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	40.84 ab	13.58 cd	9.49 b	29.15 a	15.36 b	7.17 d	6.27 de
ครั้งที่ 7 ก.พ. 42	26.11 bc	8.34 d	3.23 b	4.40 cd	13.44 b	28.48 bcd	1.77 e
ครั้งที่ 8 เม.ย. 42	47.26 a	20.61 bc	7.28 b	10.32 cd	14.34 b	21.48 cd	7.81 de
ครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	56.85 a	24.99 bc	20.73 ab	14.88 bc	25.72 ab	31.80 bcd	20.08 abc
ครั้งที่ 10 ส.ค. 42	52.95 a	39.75 a	35.65 a	25.44 ab	52.86 a	59.99 abc	31.37 a
ครั้งที่ 11 ต.ค. 42	52.50 a	37.96 a	32.10 a	22.16 ab	52.91 a	54.12 ab	29.16 ab
ครั้งที่ 12 ธ.ค. 42	49.86 a	20.24 bc	12.02 b	3.71 cd	34.89 ab	28.80 bcd	11.53 cde
Mean	43.09	20.27	13.25	12.35	26.99	30.85	12.32
CV. (%)	22.54	22.16	74.20	44.39	46.85	39.83	47.20
F-test	**	**	**	**	**	**	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 17 แสดงผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันแต่ช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างดินต่างกันของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12

ครั้งที่เก็บตัวอย่างดิน	พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน						
	M1	M2	M3	C	R	CR	F
ครั้งที่ 1 ก.พ. 41	17.01 c	20.81 cd	8.14cde	6.31 c	26.29	13.39 bc	6.27 c
ครั้งที่ 2 เม.ย. 41	28.09 abc	27.37 abcd	12.12bcd	14.16 abc	24.05	15.25 bc	6.87 bc
ครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	32.09 abc	31.37 abc	11.80bcd	15.07 abc	26.08	12.84 c	19.95 ab
ครั้งที่ 4 ส.ค. 41	22.13 bc	23.71 bcd	9.19cde	17.25 ab	18.34	20.85 abc	14.74 abc
ครั้งที่ 5 ต.ค. 41	42.94 a	41.48 a	24.65a	18.67 a	26.05	30.49 ab	24.58 a
ครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	16.11 c	23.33 cd	10.96cde	7.97 bc	15.44	16.36 bc	8.70 bc
ครั้งที่ 7 ก.พ. 42	14.55 c	20.55 cd	3.79a	10.48 abc	27.38	16.62 bc	9.90 bc
ครั้งที่ 8 เม.ย. 42	13.85 c	13.93 d	5.00de	12.29 abc	19.03	13.42 bc	11.05 bc
ครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	27.25 abc	32.59 abc	22.06a	18.09 a	32.98	21.09 abc	19.28 abc
ครั้งที่ 10 ส.ค. 42	43.73 a	37.69 ab	13.69bc	17.30 ab	34.20	25.34 abc	12.59 abc
ครั้งที่ 11 ต.ค. 42	36.52 ab	40.78 a	22.97a	20.37 a	34.52	34.01 a	19.70 ab
ครั้งที่ 12 ธ.ค. 42	39.08 ab	29.58 abc	14.40ab	14.09 abc	28.18	19.00 abc	12.28 abc
Mean	27.78	28.62	13.65	14.34	26.04	19.89	13.82
CV. (%)	31.39	22.96	26.88	31.74	46.22	38.74	43.06
F-test	**	**	**	**	ns	**	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 18 แสดงผลการศึกษาปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน (เปอร์เซ็นต์) ที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันแต่ช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างดินต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12

ครั้งที่เก็บตัวอย่างดิน	พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน						
	M1	M2	M3	C	R	CR	F
ครั้งที่ 1 ก.พ. 41	3.74 de	4.47 e	2.71 d	1.31 e	17.75 cd	23.41 de	1.70 d
ครั้งที่ 2 เม.ย. 41	21.37 abc	27 ab	25.89 a	5.92 cde	23.32 c	25.38 cde	6.87 bcd
ครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	11.40 bcde	66 cd	11.98 c	1.93 e	8.35 ef	6.62 f	2.56 cd
ครั้งที่ 4 ส.ค. 41	13.85 abcd	14.04 c	10.95 c	7.36 cd	12.60 de	14.73 ef	7.94 bc
ครั้งที่ 5 ต.ค. 41	19.17 abc	16.56 bc	17.57 b	15.26 a	44.02 a	43.06 ab	13.74 a
ครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	6.99 de	20.34 de	3.99 d	3.06 de	20.27 c	25.26 cde	3.54 bcd
ครั้งที่ 7 ก.พ. 42	2.26 e	6.61 e	1.58 d	1.70 e	5.75 f	10.54 f	1.67 d
ครั้งที่ 8 เม.ย. 42	2.59 de	3.18 e	2.10 d	2.89 de	4.03 f	4.85 f	4.19 bcd
ครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	21.24 abc	1.64 ab	22.70 a	8.12 bc	31.89 b	31.45 cd	7.81 bc
ครั้งที่ 10 ส.ค. 42	22.61 ab	27.16 ab	12.36 c	5.51 cde	42.58 a	35.95 bc	4.93 bcd
ครั้งที่ 11 ต.ค. 42	24.08 a	30.02 ab	21.38 ab	12.03 ab	34.91 b	47.13 a	8.55 ab
ครั้งที่ 12 ธ.ค. 42	10.67 cde	33.06 e	2.91 d	1.75 e	2.82 f	5.58 f	1.36 d
Mean	13.33	15.58	11.34	5.57	20.69	22.83	5.40
CV. (%)	39.49	25.54	20.31	39.71	15.41	23.48	49.80
F-test	**	**	**	**	**	**	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคเหนือ

ผลของการศึกษาถึงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ภายในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจำนวน 12 ครั้ง ในเขตภาคเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 19) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 ของภาคเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 19) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.15 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.63, 5.28, 5.20, 5.00 และ 4.98 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ทำการปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.88

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 ของภาคเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 19) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 5.91 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M1) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.61, 5.57, 5.50, 5.34 และ 5.03 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุดคือ 4.57

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 ของภาคเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 19) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 5.95 รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่ปลูกพืชไร่ สลับข้าว (CR) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.63, 5.37, 5.16, 5.11 และ 5.04 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.38

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 ของภาคเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่

19) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 7.08 รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.68, 6.12, 5.95, 5.91 และ 5.47 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 5.00

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 ของภาคเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 19) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 5.97 รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.52, 5.33, 5.27, 5.13 และ 5.05 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.30

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 ของภาคเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 19) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.22 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.08, 5.97, 5.76, 5.16 และ 5.04 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.14

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 ของภาคเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 19) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 5.88 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลุกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.49, 5.30, 5.28, 5.26 และ 4.95 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.25

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 ของภาคเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 19) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ

6.07 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่บริเวณ กลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.95, 5.90, 5.60, 5.56 และ 4.61 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.47

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 ของภาคเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 19) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.12 รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่บริเวณ กลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.40, 5.30, 5.16 , 5.12 และ 5.02 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.19

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 ของภาคเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 19) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 5.72 รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) และพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.51, 5.26, 5.01, 4.87 และ 4.85 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.05

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 ของภาคเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 19) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 5.92 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.68, 5.54, 5.18, 5.02 และ 4.94 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M2) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.27

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 ของภาคเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 19) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 5.87 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้น

ที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีค่าความเป็นกรดของดินเท่ากับ 5.59, 5.46, 5.21, 5.05 และ 4.94 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.53

ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคกลาง

ผลของการศึกษาถึงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ภายในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจำนวน 12 ครั้ง ในเขตภาคกลาง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 20) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 ของภาคกลาง พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 20) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 7.05 รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.38, 6.38, 6.03, 5.80 และ 5.45ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.25

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 ของภาคกลาง พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 20) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.48 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.20, 6.17, 5.85, 5.51 และ 4.90ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุดคือ 4.23

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 ของภาคกลาง พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 20) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.26 รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับ

ข้าว (CR) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.08, 5.91, 5.45, 5.16 และ 4.94 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.62

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 ของภาคกลาง พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 20) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.22 รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.99, 5.83, 5.71, 5.20 และ 4.187 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.12

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 ของภาคกลาง พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 20) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.47 รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.21, 5.97, 5.63, 5.44 และ 4.80 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.54

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 ของภาคกลาง พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 20) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.16 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.93, 5.75, 5.69, 5.37 และ 4.36 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.06

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 ของภาคกลาง พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 20) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.30 รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีค่าความเป็น

กรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.79, 5.67, 5.66, 5.43 และ 4.14 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.12

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 ของภาคกลาง พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 20) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.17 รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.93, 5.76, 5.69, 5.64 และ 4.69 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.42

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 ของภาคกลาง พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 20) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 5.98 รองลงไปได้แก่ พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.97, 5.83, 5.64, 5.33 และ 4.54 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.49

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 ของภาคกลาง พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 20) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.42 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.99, 5.60, 5.53, 5.43 และ 4.49 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.33

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 ของภาคกลาง พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 20) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.08 รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีค่าความ

เป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.92, 5.68, 5.56, 5.54 และ 5.39 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.17

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 ของภาคกลาง พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 20) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 5.97 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดของดินเท่ากับ 5.84, 5.65, 5.55, 5.10 และ 4.78 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.28

ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลของการศึกษาถึงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน ภายในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจำนวน 12 ครั้ง ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 21) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 ของภาคตะวันออกเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 21) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 7.15 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.85, 6.40, 5.38, 4.90 และ 4.65 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.30

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 21) โดยในพื้นปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด เท่ากันคือ 6.61 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M1) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และ

พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.17, 5.41, 4.97 และ 4.33 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด คือ 4.07

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 21) โดยในพื้นที่ รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.41 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.72, 5.68, 5.07, 5.06 และ 4.89 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.83

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 21) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 7.46 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 7.03, 6.25, 5.86, 5.75 และ 5.29 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.98

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 21) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.41 รองลงไปได้ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (R) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.04, 5.64, 5.19, 4.74 และ 4.32 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.30

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 21) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.98 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง

(R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) และโดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.83, 5.97, 5.68, 4.87 และ 4.50 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.45

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 21) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.70 รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.40, 6.29, 5.97, 4.84 และ 4.405 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.36

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 21) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.35 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.09, 5.75, 5.67, 4.98 และ 4.54 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.37

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 21) โดยในพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.67 รองลงไปได้แก่ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.50, 6.10, 5.63, 5.17 และ 5.11 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.64

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 21) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.84 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่บริเวณกลางเขา

(M2) และโดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.80, 6.27, 5.77, 5.40 และ 4.68 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.66

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 21) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.39 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) และพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.05, 5.99, 5.83, 4.23 และ 4.12 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 3.67

ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 21) โดยในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ 6.43 รองลงไปได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) และพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) โดยมีค่าความเป็นกรดของดินเท่ากับ 6.32, 6.19, 5.73, 4.63 และ 4.38 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.37

ตารางที่ 19 แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดิน (pH) ที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12

พื้นที่	เก็บครั้งที่ 1 ก.พ.41	เก็บครั้งที่ 2 เม.ย.41	เก็บครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	เก็บครั้งที่ 4 ส.ค. 41	เก็บครั้งที่ 5 ต.ค. 41	เก็บครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	เก็บครั้งที่ 7 ก.พ. 42	เก็บครั้งที่ 8 เม.ย. 42	เก็บครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	เก็บครั้งที่ 10 ส.ค. 42	เก็บครั้งที่ 11 ต.ค. 42	เก็บครั้งที่ 12 ธ.ค. 42
M1	5.00	4.57 c	4.38b	5.00 c	4.30 b	4.14 b	4.25 c	4.47 b	4.19 b	4.05 b	4.27b	4.94
M2	5.20	5.57 ab	5.37ab	5.91 bc	5.05 ab	5.16 ab	4.95 bc	4.61 b	5.30 ab	5.01 ab	5.02ab	4.53
M3	5.28	5.50 ab	5.63ab	6.68 ab	5.52 a	5.76 ab	5.30 ab	5.90 a	5.40 a	5.51 a	4.94ab	5.05
C	4.88	5.03 bc	5.16ab	5.95 bc	5.13 ab	5.04 ab	5.49 ab	6.07 a	5.02 ab	4.85 ab	5.18ab	5.46
R	5.63	5.61 ab	5.11ab	6.12 abc	5.33 a	5.97 a	5.28 ab	5.60 ab	5.16 ab	5.26 a	5.54a	5.59
CR	4.98	5.34 abc	5.04ab	5.47 c	5.27 ab	6.08 a	5.26 ab	5.95 a	5.12 ab	4.87 ab	5.68a	5.21
F	6.15	5.91 a	5.95ab	7.08 a	5.97 a	6.22 a	5.88 a	5.56 ab	6.12 a	5.72 a	5.92a	5.87
Mean	5.30	5.36	5.23	6.03	5.22	5.48	5.20	5.45	5.19	5.04	5.22	5.24
CV(%)	14.02	9.76	8.76	8.94	8.53	9.92	7.43	10.17	9.98	9.32	11.82	10.73
F-Test	ns	*	**	**	**	**	**	**	**	**	*	ns

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 20 แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดิน (pH) ที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12

พื้นที่	เก็บครั้งที่ 1 ก.พ.41	เก็บครั้งที่ 2 เม.ย.41	เก็บครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	เก็บครั้งที่ 4 ส.ค. 41	เก็บครั้งที่ 5 ต.ค. 41	เก็บครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	เก็บครั้งที่ 7 ก.พ. 42	เก็บครั้งที่ 8 เม.ย. 42	เก็บครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	เก็บครั้งที่ 10 ส.ค. 42	เก็บครั้งที่ 11 ต.ค. 42	เก็บครั้งที่ 12 ธ.ค. 42
M1	4.25b	4.23 b	5.16 bcd	4.18 b	4.80 bc	4.06 c	4.14 b	4.42 c	4.49 b	4.33 c	5.39a	4.28b
M2	5.45ab	4.90 ab	4.62d	4.12 b	4.54 c	4.36 bc	4.12 b	4.69 bc	4.54 b	4.49 bc	4.17b	4.78ab
M3	6.38a	5.51 ab	6.08ab	5.71 a	6.21 a	5.75 a	5.79 a	5.93 a	5.97 a	5.53 abc	5.56a	5.55a
C	7.05a	6.48 a	6.26a	6.22 a	6.47 a	6.16 a	6.30 a	6.17 a	5.98 a	5.99 ab	6.08a	5.84a
R	5.80a	6.20 a	4.94cd	5.20 ab	5.44 abc	5.69 a	5.43 a	5.69 ab	5.33 ab	5.43 abc	5.54a	5.10ab
CR	6.38a	6.17 a	5.45abcd	5.83 a	5.97 ab	5.93 a	5.67 a	5.76 ab	5.64 a	5.60 abc	5.68a	5.65a
F	6.03a	5.85 a	5.91abc	5.99 a	5.63 abc	5.37 ab	5.66 a	5.64 ab	5.83 a	6.42 a	5.92a	5.97a
Mean	5.90	5.62	5.49	5.32	5.58	5.33	5.30	5.47	5.40	5.40	5.47	5.31
CV(%)	16.74	12.50	8.10	11.27	9.44	9.85	9.80	9.94	7.39	13.22	8.52	10.51
F-Test	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 21 แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดิน (pH) ที่สุ่มเก็บในพื้นที่ที่แตกต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12

พื้นที่	เก็บครั้งที่ 1 ก.พ.41	เก็บครั้งที่ 2 เม.ย.41	เก็บครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	เก็บครั้งที่ 4 ส.ค. 41	เก็บครั้งที่ 5 ต.ค. 41	เก็บครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	เก็บครั้งที่ 7 ก.พ. 42	เก็บครั้งที่ 8 เม.ย. 42	เก็บครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	เก็บครั้งที่ 10 ส.ค. 42	เก็บครั้งที่ 11 ต.ค. 42	เก็บครั้งที่ 12 ธ.ค. 42
M1	4.30c	4.07 d	4.83b	4.98 c	4.30 c	4.50 c	4.40 c	4.37 c	5.11 cd	4.66 d	3.67b	4.37c
M2	4.65bc	4.33 cd	5.06b	5.29 c	4.32 c	4.45 c	4.36 c	4.54 c	4.64 d	4.68 d	4.23b	4.38c
M3	4.90bc	4.97 bc	4.89b	5.75 c	4.74 c	4.87 bc	4.84 c	4.98 c	5.17 cd	5.40 cd	4.12b	4.63c
C	6.85a	6.61 a	5.72ab	7.03 ab	6.04 ab	6.83 a	6.70 a	6.09 ab	6.67 a	6.80 a	6.05a	6.32a
R	6.40a	6.17 a	5.68ab	6.25 abc	5.64 ab	5.97 ab	6.29 ab	5.67 b	6.10 ab	6.27 ab	5.99a	6.19ab
CR	5.38b	5.41 b	5.07b	5.86 abc	5.19 bc	5.68 abc	5.97 b	5.75 ab	5.63 bc	5.77 bc	5.83a	5.73b
F	7.15a	6.61 a	6.41a	7.46 a	6.41 a	6.98 a	6.40 ab	6.35 a	6.50 a	6.84 a	6.39a	6.43a
Mean	5.66	5.45	5.38	6.09	5.23	5.61	5.57	5.39	5.69	5.78	5.18	5.43
CV(%)	8.05	5.96	8.45	12.06	7.96	10.82	5.59	5.34	6.03	6.87	7.17	4.62
F-Test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคเหนือ

ผลการศึกษาถึงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันภายในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคเหนือ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 22) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) ของภาคเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 22) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 5.00 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12, 2, 8, 3, 5, 11, 7, 9 และครั้งที่ 6 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 4.94, 4.57, 4.47, 4.38, 4.30, 4.27, 4.25, 4.19 และ 4.14 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.05

ในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) ของภาคเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 22) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 5.91 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2, 3, 9, 1, 6, 5, 11, 10, 7 และครั้งที่ 8 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.57, 5.37, 5.30, 5.20, 5.16, 5.05, 5.02, 5.01, 4.95 และ 4.61 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.53

ในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) ของภาคเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 22) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 6.68 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8, 6, 3, 5, 10, 2, 9, 7, 1 และครั้งที่ 12 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.90, 5.76, 5.63, 5.52, 5.51, 5.50, 5.40, 5.30, 5.28 และ 5.05 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.94

ในพื้นที่ที่ทำการปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) ของภาคเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทาง

สถิตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 22) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 6.07 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4, 7, 12, 11, 3, 5, 6, 2, 9 และครั้งที่ 1 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.95, 5.49, 5.46, 5.18, 5.16, 5.13, 5.04, 5.03, 5.02 และ 4.89 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.85

ในพื้นที่ที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) ของภาคเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิต (ตารางที่ 22) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 6.12 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6, 1, 2, 8, 12, 11, 5, 7, 10 และครั้งที่ 9 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.97, 5.63, 5.61, 5.60, 5.59, 5.54, 5.33, 5.28, 5.26 และ 5.16 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 5.11

ในพื้นที่ที่ทำการปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) ของภาคเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 22) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 6.08 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8, 11, 4, 2, 5, 7, 12, 9, 3 และครั้งที่ 1 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.95, 5.68, 5.47, 5.34, 5.27, 5.26, 5.21, 5.12, 5.04 และ 4.98 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.87

ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) ของภาคเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 22) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 7.08 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6, 1, 9, 5, 3, 11, 2, 7, 12 และครั้งที่ 10 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.22, 6.15, 6.12, 5.97, 5.95, 5.92, 5.91, 5.88, 5.87 และ 5.73 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 5.56

ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคกลาง

ผลการศึกษาถึงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันภายในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคกลาง พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 23) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) ของภาคกลาง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 23) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 5.39 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3, 5, 9, 8, 10, 12, 1, 2, 4 และครั้งที่ 7 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.16, 4.80, 4.49, 4.42, 4.33, 4.28, 4.25, 4.23, 4.18 และ 4.14 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.01

ในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) ของภาคกลาง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิต (ตารางที่ 23) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 5.45 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2, 12, 8, 3, 5, 9, 10, 6 และครั้งที่ 11 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 4.90, 4.78, 4.69, 4.62, 4.54, 4.54, 4.49, 4.36 และ 4.17 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 และครั้งที่ 7 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.12

ในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) ของภาคกลาง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 23) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 6.63 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5, 3, 9, 8, 7, 6, 4, 11, 12 และครั้งที่ 10 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.21, 6.08, 5.97, 5.93, 5.75, 5.71, 5.56, 5.55 และ 5.53 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 5.51

ในพื้นที่ที่ทำการปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) ของภาคกลาง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทาง

สถิตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 23) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 7.05 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2, 5, 7, 3, 4, 8, 6, 11, 10 และครั้งที่ 9 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.48, 6.47, 6.30, 6.27, 6.23, 6.17, 6.16, 6.08, 5.99 และ 5.98 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 12 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 5.84

ในพื้นที่ที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) ของภาคกลาง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิต (ตารางที่ 23) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 6.20 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1, 6, 8, 11, 5, 7, 10, 9, 4 และครั้งที่ 12 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.80, 5.69, 5.69, 5.54, 5.44, 5.43, 5.43, 5.33, 5.20 และ 5.10 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.94

ในพื้นที่ที่ทำการปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) ของภาคกลาง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิต (ตารางที่ 23) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 6.38 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2, 5, 6, 10, 4, 8, 11, 7, 12 และครั้งที่ 9 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.17, 5.94, 5.93, 5.84, 5.83, 5.76, 5.68, 5.67, 5.65 และ 5.64 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 5.45

ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) ของภาคกลาง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิต (ตารางที่ 23) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 6.42 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1, 4, 12, 11, 3, 2, 9, 7, 8 และครั้งที่ 5 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.03, 5.99, 5.97, 5.92, 5.91, 5.85, 5.83, 5.66, 5.64 และ 5.63 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 6 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 5.37

ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลการศึกษาถึงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกันภายในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างดินที่แตกต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 24) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในพื้นที่บริเวณยอดเขา (M1) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 24) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 9 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 5.11 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4, 3, 10, 6, 7, 8, 12, 1, 5 และครั้งที่ 2 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 4.98, 4.83, 4.66, 4.50, 4.40, 4.37, 4.37, 4.30, 4.30 และ 4.07 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 3.67

ในพื้นที่บริเวณกลางเขา (M2) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 24) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 5.29 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3, 10, 1, 9, 8, 6, 12, 7, 2 และครั้งที่ 5 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.06, 4.68, 4.65, 4.64, 4.54, 4.45, 4.38, 4.36, 4.33 และ 4.31 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.23

ในพื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 24) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 5.75 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 10, 9, 8, 2, 1, 3, 6, 7, 5 และครั้งที่ 12 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.40, 5.17, 4.98, 4.97, 4.90, 4.89, 4.87, 4.84, 4.74 และ 4.63 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 11 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 4.12

ในพื้นที่ที่ทำการปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความ

แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 24) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 7.03 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1, 6, 10, 7, 9, 2, 12, 8, 11 และครั้งที่ 5 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.85, 6.83, 6.80ล 6.70, 6.67, 6.61, 6.32, 6.09, 6.05 และ 6.04 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 5.72

ในพื้นที่ที่ทำการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิต (ตารางที่ 24) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1, 7, 10, 4, 12, 9, 11, 6, 3 และครั้งที่ 8 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 6.40, 6.29, 6.17, 6.25, 6.19, 6.10, 5.99, 5.97, 5.68 และ 5.67 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 5 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 5.64

ในพื้นที่ที่ทำการปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 24) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 7 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 5.97 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4, 11, 10, 8, 12, 6, 9, 2, 1 และครั้งที่ 5 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 5.86, 5.83, 5.77, 5.76, 5.73, 5.68, 5.63, 5.41, 5.38 และ 5.19 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 5.07

ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บภายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 24) โดยในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 4 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดคือ 7.46 รองลงไปได้แก่การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1, 6, 10, 2, 9, 12, 3, 5, 7 และครั้งที่ 11 โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 7.15, 6.98, 6.84, 6.61, 6.50, 6.43, 6.41, 6.41, 6.40 และ 6.39 ตามลำดับ ส่วนในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุดคือ 6.35

ตารางที่ 22 แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกัน แต่ช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างดินต่างกันของภาคเหนือ ครั้งที่ 1-12

ครั้งที่เก็บตัวอย่างดิน	พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน						
	M1	M2	M3	C	R	CR	F
ครั้งที่ 1 ก.พ. 41	5.00 a	5.20 abcd	5.28 bc	4.89 b	5.63	4.98 d	6.15 b
ครั้งที่ 2 เม.ย. 41	4.57 abc	5.57 ab	5.50 bc	5.03 b	5.61	5.34 bcd	5.91 b
ครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	4.38 abc	5.37 abcd	5.63 bc	5.16 b	5.11	5.04 cd	5.95 b
ครั้งที่ 4 ส.ค. 41	5.00 a	5.91 a	6.68 a	5.95 a	6.12	5.47 abcd	7.08 a
ครั้งที่ 5 ต.ค. 41	4.30 abc	5.05 bcd	5.52 bc	5.13 b	5.33	5.27 cd	5.97 b
ครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	4.14 c	5.16 abcd	5.76 bc	5.04 b	5.97	6.08 a	6.22 b
ครั้งที่ 7 ก.พ. 42	4.25 bc	4.95 bcd	5.30 bc	5.49 ab	5.28	5.26 cd	5.88 b
ครั้งที่ 8 เม.ย. 42	4.47 abc	4.61 cd	5.90 ab	6.07 a	5.60	5.95 ab	5.56 b
ครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	4.19 c	5.30 abcd	5.40 bc	5.02 b	5.16	5.12 cd	6.12 b
ครั้งที่ 10 ส.ค. 42	4.05 c	5.01 vcd	5.51 bc	4.85 b	5.26	4.87 d	5.73 b
ครั้งที่ 11 ต.ค. 42	4.27 bc	5.02 bcd	4.94 c	5.18 b	5.54	5.68 abc	5.92 b
ครั้งที่ 12 ธ.ค. 42	4.94 ab	4.53 d	5.05 bc	5.46 ab	5.59	5.21 cd	5.87 b
Mean	4.46	5.14	5.54	5.27	5.52	5.35	6.03
CV. (%)	9.73	9.48	9.81	5.76	7.73	5.53	5.94
F-test	*	*	*	**	ns	**	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 23 แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกัน แต่ช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างดินต่างกันของภาคกลาง ครั้งที่ 1-12

ครั้งที่เก็บ	พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน						
ตัวอย่างดิน	M1	M2	M3	C	R	CR	F
ครั้งที่ 1 ก.พ. 41	4.25 bc	5.45	6.38 a	7.05 a	5.80	6.38	6.03
ครั้งที่ 2 เม.ย. 41	4.23 c	4.90	5.51 b	6.48 b	6.20	6.17	5.85
ครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	5.16 ab	4.92	6.08 ab	6.27 bc	4.94	5.45	5.91
ครั้งที่ 4 ส.ค. 41	4.18 c	4.12	5.71 ab	6.23 bc	5.20	5.83	5.99
ครั้งที่ 5 ต.ค. 41	4.80 abc	4.54	6.21 ab	6.47 b	5.44	5.94	5.63
ครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	4.01 c	4.36	5.75 ab	6.16 bc	5.69	5.93	5.37
ครั้งที่ 7 ก.พ. 42	4.14 c	4.12	5.79 ab	6.30 bc	5.43	5.67	5.66
ครั้งที่ 8 เม.ย. 42	4.42 bc	4.69	5.93 ab	6.17 bc	5.69	5.76	5.64
ครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	4.49 bc	4.54	5.97 ab	5.98 bc	5.33	5.64	5.83
ครั้งที่ 10 ส.ค. 42	4.33 bc	4.49	5.53 b	5.99 bc	5.43	5.84	6.42
ครั้งที่ 11 ต.ค. 42	5.39 a	4.17	5.56 b	6.08 bc	5.54	5.68	5.92
ครั้งที่ 12 ธ.ค. 42	4.28 bc	4.78	5.55 b	5.47 c	5.10	5.65	5.97
Mean	4.47	4.56	5.83	6.25	5.48	5.83	5.85
CV. (%)	9.42	12.50	5.35	4.08	9.50	6.58	8.06
F-test	**	ns	**	**	ns	ns	ns

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 24 แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากพื้นที่เดียวกัน แต่ช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างดินต่างกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งที่ 1-12

ครั้งที่เก็บ	พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน						
ตัวอย่างดิน	M1	M2	M3	C	R	CR	F
ครั้งที่ 1 ก.พ. 41	4.30 bcd	4.65 abc	4.90 cd	6.85 ab	6.40	5.38 abc	7.15 ab
ครั้งที่ 2 เม.ย. 41	4.07 cd	4.33 bc	4.97 bcd	6.61 ab	6.17	5.41 abc	6.61 cde
ครั้งที่ 3 มิ.ย. 41	4.83 abc	5.06 ab	4.89 cd	5.72 c	5.68	5.07 c	6.41 e
ครั้งที่ 4 ส.ค. 41	4.98 ab	5.29 a	5.75 a	7.03 a	6.25	5.86 ab	7.46 a
ครั้งที่ 5 ต.ค. 41	4.30 bcd	4.31 bc	4.74 cd	6.04 bc	5.64	5.19 bc	6.41 e
ครั้งที่ 6 ธ.ค. 41	4.50 abc	4.45 bc	4.87 cd	6.83 ab	5.97	5.68 abc	6.98 bc
ครั้งที่ 7 ก.พ. 42	4.40 abcd	4.36 bc	4.84 cd	6.70 ab	6.29	5.97 a	6.40 e
ครั้งที่ 8 เม.ย. 42	4.37 abcd	4.54 bc	4.98 bcd	6.09 bc	5.67	5.76 abc	6.35 e
ครั้งที่ 9 มิ.ย. 42	5.11 a	4.64 abc	5.17 bc	6.67 ab	6.10	5.63 abc	6.50 de
ครั้งที่ 10 ส.ค. 42	4.66 abc	4.68 abc	5.40 ab	6.80 ab	6.27	5.77 abc	6.84 bcd
ครั้งที่ 11 ต.ค. 42	3.67 d	4.23 c	4.12 e	6.05 bc	5.99	5.83 ab	6.39 e
ครั้งที่ 12 ธ.ค. 42	4.37 abcd	4.38 bc	4.63 d	6.32 abc	6.19	5.73 abc	6.43 e
Mean	4.46	4.58	4.94	6.47	6.05	5.60	6.66
CV. (%)	7.83	7.30	4.68	6.30	8.91	5.70	3.01
F-test	**	**	**	**	ns	**	**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

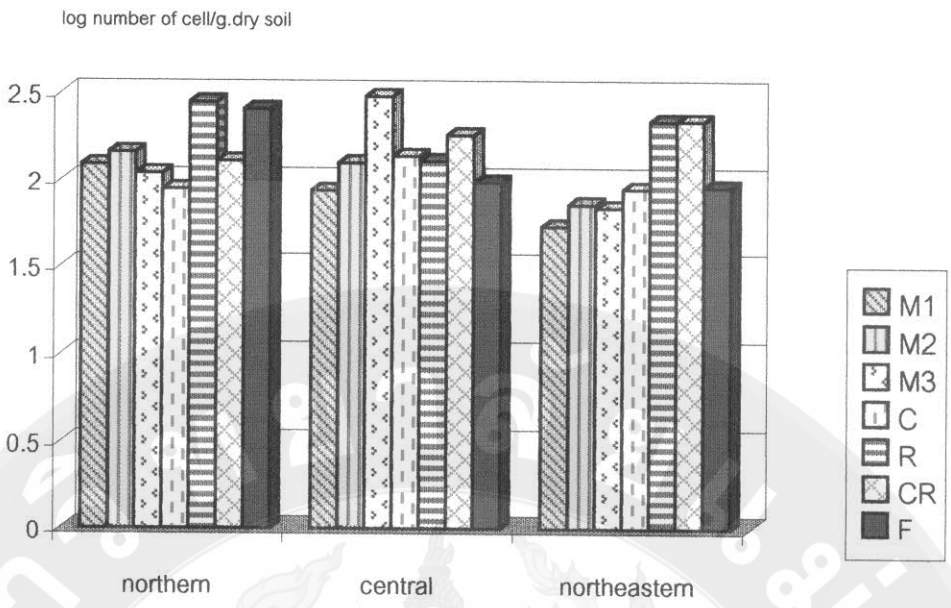
** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ 25 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน ต่างสถานที่และต่างภูมิภาคกัน

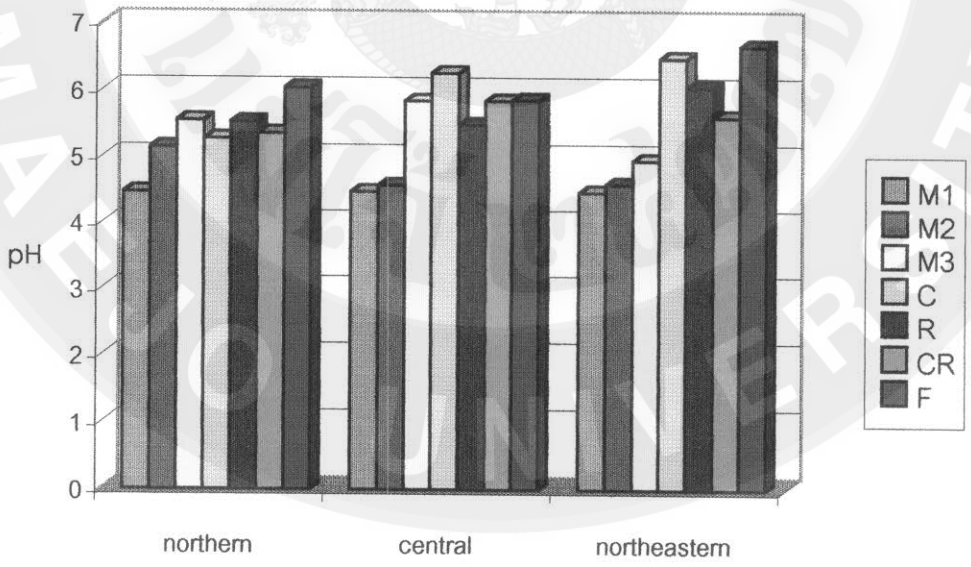
พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน	จำนวนแบคทีเรีย (log number of cell/g.dry soil)			ความเป็นกรดเป็นด่าง			อินทรียวัตถุ (%)			ความชื้น (%)		
	N	C	NE	N	C	NE	N	C	NE	N	C	NE
พื้นที่บริเวณยอดเขา (M1)	2.09	1.94	1.73	4.46	4.47	4.46	10.97	6.37	4.30	43.09	27.78	13.33
พื้นที่บริเวณกลางเขา (M2)	2.16	2.10	1.86	5.14	4.56	4.58	5.39	5.34	4.27	20.27	28.62	15.58
พื้นที่บริเวณเชิงเขา (M3)	2.04	2.48	1.84	5.54	5.83	4.94	2.10	2.57	3.34	13.25	13.65	11.34
พื้นที่ที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C)	1.95	2.14	1.95	5.27	6.25	6.47	2.65	1.50	1.13	12.35	14.34	5.67
พื้นที่ที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง (R)	2.45	2.11	2.34	5.52	5.48	6.05	2.69	1.55	1.92	26.99	26.04	20.69
พื้นที่ที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว (CR)	2.11	2.26	2.34	5.35	5.83	5.60	2.45	1.67	1.74	30.85	19.89	22.73
พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F)	2.41	1.99	1.96	6.03	5.85	6.66	4.45	3.67	1.75	12.32	13.82	5.41

หมายเหตุ N = ภาคเหนือ C = ภาคกลาง NE = ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

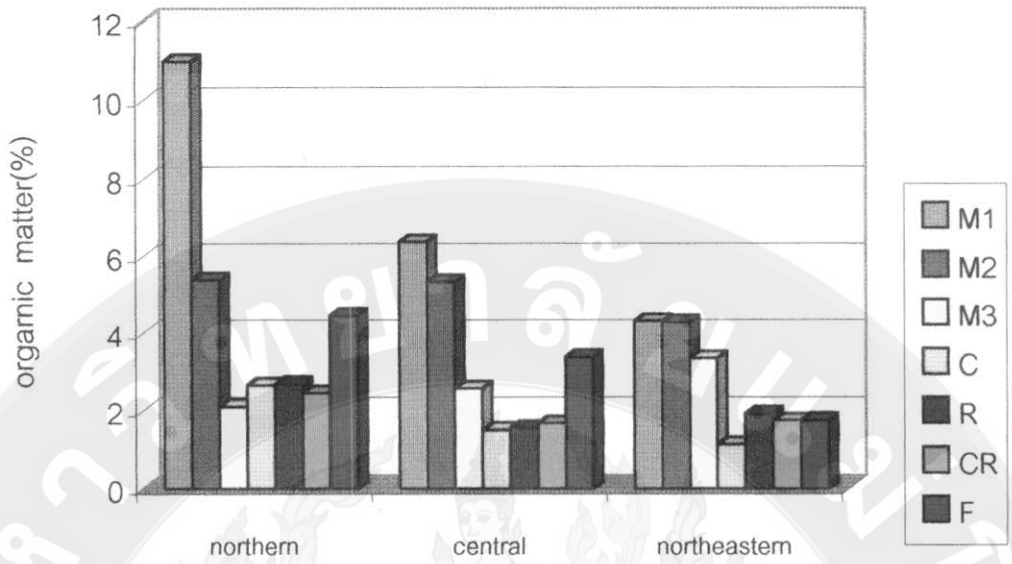
MAEJO UNIVERSITY



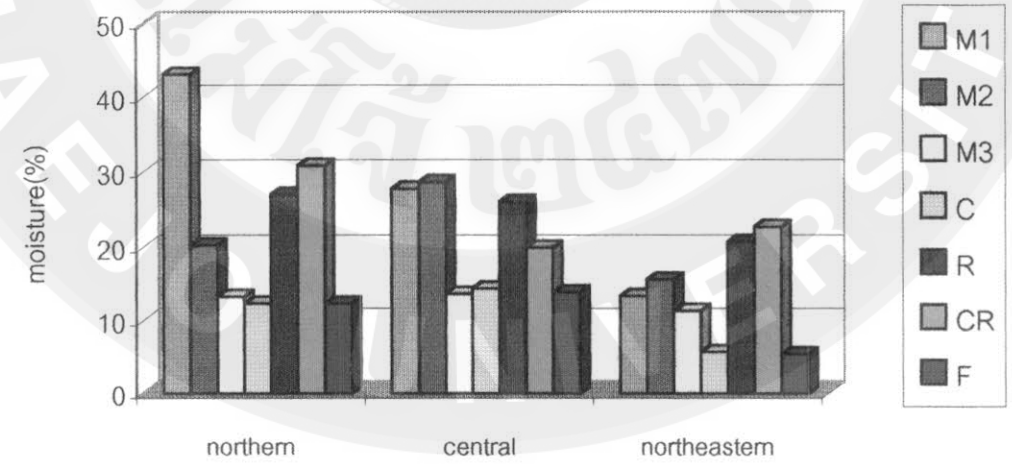
ภาพที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่และภูมิภาคแตกต่างกัน



ภาพที่ 2 แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างดินในพื้นที่และภูมิภาคแตกต่างกัน



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณอินทรีย์วัตถุของตัวอย่างดิน(%)ในพื้นที่และภูมิภาคแตกต่างกัน



ภาพที่ 4 แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน(%)ในพื้นที่และภูมิภาคแตกต่างกัน

สหสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของดินและจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp.

ภาคเหนือ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ โดยรวมของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในพื้นที่ภาคเหนือ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันในแบบเส้นตรงในแต่ละลักษณะที่ศึกษา (nonlinear) โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้ในตาราง correlation (r table) ซึ่งสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของดินกับจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน ทั้งสองลักษณะไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าดินที่มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นจะทำให้จำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น ($r = 0.010$) ($p < 0.05$) (ตารางที่ 26)

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินกับจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน ทั้งสองลักษณะนี้ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีกลักษณะก็จะเปลี่ยนไปในทางตรงข้าม ($r = -0.057$) ($p < 0.05$) (ตารางที่ 26)

สหสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ของดินกับจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน ทั้งสองลักษณะนี้ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นจะทำให้จำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้นตามลำดับไปด้วย ($r = 0.516$) ($p < 0.05$) (ตารางที่ 26)

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของดินกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทั้งสองลักษณะนี้ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r = 0.674$) ($p < 0.05$) (ตารางที่ 26)

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของดินกับค่า pH ของดิน ทั้งสองลักษณะนี้ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีกลักษณะหนึ่งก็จะเป็นไปในทิศทางตรงข้ามกัน ($r = -0.748$) ($p < 0.05$) (ตารางที่ 26)

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินกับค่า pH ของดิน ทั้งสองลักษณะนี้ไม่มีสหสัมพันธ์ทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินเพิ่มขึ้นก็จะทำให้มีค่า pH ของดินต่ำลง และถ้าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินต่ำลงก็จะทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มมากขึ้น ($r = -0.735$) ($p < 0.05$) (ตารางที่ 26)

ภาคกลาง

จากการศึกษาถึงความสัมพันธ์ลักษณะต่าง ๆ โดยรวมของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในพื้นที่ภาคกลาง พบว่าความสัมพันธ์แต่ละลักษณะแตกต่างกันออกไป ซึ่งสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินกับจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพิ่มขึ้นหรือ ลดลงอีกลักษณะหนึ่งก็จะเปลี่ยนไปในทางตรงข้าม ($r = -0.454$) ($p < 0.05$) (ตารางที่ 27)

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินกับจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน ทั้งสองลักษณะนี้ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า โดยถ้าลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีกลักษณะหนึ่งก็จะเปลี่ยนไปในทางตรงข้าม ($r = -0.563$) ($p < 0.05$) ซึ่งถ้าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินเพิ่มมากขึ้นไม่ทำให้มีจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (ตารางที่ 27)

สหสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ของดินกับจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน ทั้งสองลักษณะนี้ ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นก็จะทำให้จำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย หรือถ้าค่า pH ของดินต่ำลงก็จะทำให้จำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนต่ำลงตามไปด้วย ($r = 0.464$) ($p < 0.05$) (ตารางที่ 27)

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของดินกับค่า pH ของดิน ทั้งสองลักษณะนี้มีความสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่เป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม คือถ้าลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพิ่มขึ้นหรือลดลง อีกลักษณะหนึ่งก็จะเป็นไปในทิศทางตรงข้าม ($r = -0.875$) ($p > 0.01$) ดินที่มีความชื้นเพิ่มขึ้นจะทำให้ดินมีความเป็นกรดมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าดินมีความชื้นลดลงจะทำให้ดินมีความเป็นกรดเพียงเล็กน้อย หรือมีความเป็นกลางเพิ่มขึ้น ซึ่งโอกาสที่จะเกิดลักษณะนี้มีถึง 87.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27)

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินกับค่า pH ของดิน ทั้งสองลักษณะนี้มีความสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ค่าสหสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกันแบบเป็นเส้นตรง คือถ้าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินเพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้มีค่า pH ของดินลดต่ำลง และถ้าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินลดลงก็จะทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มสูงขึ้น ($r = -0.870$) ($p > 0.05$) (ตารางที่ 27)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ลักษณะต่าง ๆ โดยรวมของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินกับจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณความชื้นของดินเพิ่มขึ้นก็จะทำให้จำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้นมากไปด้วย และถ้าปริมาณความชื้นของดินลดต่ำลงก็จะทำให้จำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนต่ำลงด้วยเช่นกัน ($r=0.652$) ($p < 0.05$) (ตารางที่ 28)

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินกับจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนทั้งสองลักษณะนี้มีไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็จะทำให้อีกลักษณะหนึ่งเปลี่ยนไปในทางตรงข้าม ($r = -0.644$) ($p < 0.05$) ซึ่งถ้าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินเพิ่มขึ้นก็จะทำให้จำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนลดลง (ตารางที่ 28)

สหสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ของดินกับจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน ทั้งสองลักษณะนี้ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นก็จะทำให้จำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และถ้าค่า pH ของดินต่ำลงก็จะทำให้จำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนลดลงไปด้วยเช่นกัน ($r = 0.466$) ($p < 0.05$) (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 26 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางเคมีของดินและจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ของภาคเหนือ

ลักษณะของดิน	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	pH	จำนวนแบคทีเรีย
ความชื้นของดิน	0.674^{ns}	-0.748^{ns}	0.010^{ns}
อินทรีย์วัตถุ		-0.735^{ns}	-0.057^{ns}
ค่า pH ของดิน			0.516^{ns}

df = 5 ค่า probability ที่ 0.05 = 0.754

0.01 = 0.874

ตารางที่ 27 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางเคมีของดินและจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ของภาคกลาง

ลักษณะของดิน	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	pH	จำนวนแบคทีเรีย
ความชื้นของดิน	0.545^{ns}	- 0.875**	-0.454^{ns}
อินทรีย์วัตถุ		- 0.870 *	-0.536^{ns}
ค่า pH ของดิน			0.464^{ns}

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05 df = 5 ที่ 0.05 = 0.754

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01 0.01 = 0.874

ตารางที่ 28 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางเคมีของดินและจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลักษณะของดิน	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	pH	จำนวนแบคทีเรีย
ความชื้นของดิน	0.135^{ns}	-0.091^{ns}	0.652^{ns}
อินทรีย์วัตถุ		-0.676^{ns}	-0.644^{ns}
ค่า pH ของดิน			0.466^{ns}

df = 5 ค่า probability ที่ 0.05 = 0.754

0.01 = 0.874

ผลการศึกษาคุณลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโคโลนีและประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp.

1. ภาคเหนือ

1.1 ผลของการศึกษาคุณลักษณะของโคโลนีที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่บริเวณภูเขา (NM1, NM2, NM3) ในภาคเหนือ พบว่ารูปร่างส่วนใหญ่ของโคโลนีค่อนข้างกลม มีขนาดตั้งแต่ 0.05-0.3 เซนติเมตร สีของโคโลนีมีตั้งแต่สีใส สีขาวขุ่น สีส้ม ซึ่งการย้อมสีพบว่าตัวอย่างที่ศึกษาทั้งหมดเซลย้อมติดสีในแกรมลบ รูปร่างของเซลเป็นรูปท่อนสั้น มีขนาดตั้งแต่ 0.48x0.96 ถึง 0.45x3.45 ไมครอน และในการศึกษาความสามารถในการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี ARA พบว่าสามารถตรึงไนโตรเจนได้ตั้งแต่ 12.80-979.71 nmol C_2H_4/ mg.protein/day (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 29, ภาพที่ 5 และภาพที่ 8)

1.2 ผลของการศึกษาคุณลักษณะของโคโลนีที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ที่ทำการเกษตร (NC, NR, NCR) ของภาคเหนือ พบว่ามีลักษณะรูปร่างโคโลนีส่วนใหญ่ค่อนข้างกลม สีของโคโลนีมีทั้งสีขาวใส สีขาวขุ่น จนถึงสีเหลือง ขนาดของโคนโลนีมีขนาดตั้งแต่ 0.05-0.2 เซนติเมตร ซึ่งภายหลังจากการย้อมสีพบว่าตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้งหมดเซลย้อมติดสีในแกรมลบ รูปร่างของเซลเป็นรูปท่อนสั้น มีขนาดตั้งแต่ 0.48x0.50 ถึง 0.96x2.88 ไมครอน และสามารถตรึงไนโตรเจนซึ่งวัดโดยวิธี ARA ได้ตั้งแต่ 9.00-521.60 nmol C_2H_4/ mg.protein/day (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 29, ภาพที่ 5 และภาพที่ 8)

1.3 ผลของการศึกษาคุณลักษณะของโคโลนีที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (NF) ของภาคเหนือ พบว่ามีลักษณะรูปร่างโคโลนีส่วนใหญ่ค่อนข้างกลม สีของโคโลนีมีทั้งสีขาวใส สีขาวขุ่น จนถึงสีเหลือง ขนาดของโคนโลนีมีขนาดตั้งแต่ 0.01-0.2 เซนติเมตร ซึ่งในการย้อมสีพบว่าตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้งหมดเซลย้อมติดสีในแกรมลบ รูปร่างของเซลเป็นรูปท่อนสั้น มีขนาดตั้งแต่ 0.28x1.24 ถึง 0.96x1.92 ไมครอน และสามารถตรึงไนโตรเจนซึ่งวัดโดยวิธี ARA ได้ตั้งแต่ 20-451.20 nmol C_2H_4/ mg.protein/day (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 29, ภาพที่ 5 และภาพที่ 8)

2. ภาคกลาง

2.1 ผลของการศึกษาคุณลักษณะของโคโลนีที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ภูเขา (CM1, CM2, CM3) ของภาคกลาง พบว่ามีลักษณะรูปร่างโคโลนีส่วนใหญ่มีรูปร่างกลม สีของโคโลนีมีตั้งแต่สีใส สีขาวขุ่นจนถึงสีเหลือง ขนาดของโคนโลนีมีขนาดตั้งแต่ 0.01-0.1 เซนติเมตร ซึ่งในการทดสอบการติดสีของเซลพบว่าตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้งหมดเซลย้อมติดสีในแกรมลบ รูปร่างของเซลเป็นรูปท่อนสั้น มีขนาดตั้งแต่ 0.48x0.96 ถึง 0.96x1.96 ไมครอน และในการศึกษาถึงความสามารถในการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี ARA พบว่าสามารถตรึงไนโตรเจนได้ตั้งแต่ 1-594.90 nmol C_2H_4/ mg.protein/day (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 29, ภาพที่ 6 และภาพที่ 9)

2.2 ผลของการศึกษาคุณลักษณะของโคโลนีที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ที่ทำการเกษตร (CC, CR, CCR) ของภาคกลาง พบว่ามีลักษณะรูปร่างโคโลนีส่วนใหญ่มีรูปร่างค่อนข้างกลม สีของโคโลนีมีตั้งแต่สีขาวใส สีขาวขุ่นจนถึงสีเหลือง ขนาดของโคโลนีมีขนาดตั้งแต่ 0.01-0.2 เซนติเมตร ซึ่งในการทดสอบการติดสีของเซลพบว่าตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้งหมดเซลย้อมติดสีในแกรมลบ เซลมีรูปร่างเป็นรูปท่อนสั้น มีขนาดตั้งแต่ 0.28x0.48 ถึง 0.96x1.96 ไมครอน และในการศึกษาถึงความสามารถในการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี ARA พบว่าสามารถตรึงไนโตรเจนได้ตั้งแต่ 6.15-589.66 nmol C_2H_4/ mg.protein/day (ดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 29, ภาพที่ 6 และภาพที่ 9)

2.3 ผลของการศึกษาคุณลักษณะของโคโลนีที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (CF) ของภาคกลาง พบว่ามีลักษณะรูปร่างโคโลนีส่วนใหญ่มีรูปร่างค่อนข้างกลม สีของโคโลนีมีทั้งสีขาวใส สีขาวขุ่น และสีเหลือง ขนาดของโคโลนีมีขนาดตั้งแต่ 0.02-0.2 เซนติเมตร ซึ่งในการทดสอบการติดสีของเซลพบว่าตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้งหมดเซลย้อมติดสีในแกรมลบ เซลมีรูปร่างเป็นรูปท่อนสั้น มีขนาดตั้งแต่ 0.48x0.96 ถึง 0.96 x 1.92 ไมครอน และในการศึกษาถึงความสามารถในการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี ARA พบว่าสามารถตรึงไนโตรเจนได้ตั้งแต่ 7-1,134.33 nmol C_2H_4/ mg.protein/day (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 29, ภาพที่ 6 และภาพที่ 9)

3. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3.1 ผลของการศึกษาคุณลักษณะของโคโลนีที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่บริเวณภูเขา (NEM1, NEM2, NEM3) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีลักษณะรูปร่างโคโลนีส่วนใหญ่มีรูปร่างค่อนข้างกลม สีของโคโลนีมีตั้งแต่สีขาวใส สีขาวขุ่นและสีเหลือง ขนาดของโคนโลนีมีขนาดตั้งแต่ 0.01-0.1 เซนติเมตร ซึ่งในการทดสอบการติดสีของเซลพบว่าตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้งหมดเซลย้อมติดสีในแกรมลบ เซลมีรูปร่างเป็นรูปท่อนสั้น มีขนาดตั้งแต่ 0.76x1.05 ถึง 1.44x2.48 ไมครอน และในการศึกษาถึงความสามารถในการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี ARA พบว่าสามารถตรึงไนโตรเจนได้ตั้งแต่ 6.64-469.09 nmol C_2H_4/ mg.protein/day (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 29, ภาพที่ 7 และภาพที่ 10)

3.2 ผลของการศึกษาคุณลักษณะของโคโลนีที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ที่ทำการเกษตร (NEC, NER, NECR) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีลักษณะรูปร่างโคโลนีส่วนใหญ่มีรูปร่างค่อนข้างกลม สีของโคโลนีมีตั้งแต่สีขาวใส สีขาวขุ่นและสีเหลือง ขนาดของโคโลนีมีขนาดตั้งแต่ 0.01-0.15 เซนติเมตร ซึ่งในการทดสอบการติดสีของเซลพบว่าตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้งหมดเซลย้อมติดสีในแกรมลบ เซลมีรูปร่างเป็นรูปท่อนสั้น มีขนาดตั้งแต่ 0.48x0.96 ถึง 0.96x1.96 ไมครอน และในการศึกษาถึงความสามารถในการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี ARA พบว่าสามารถตรึงไนโตรเจนได้ตั้งแต่ 7.70-499.35 nmol C_2H_4/ mg.protein/day (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 29, ภาพที่ 7 และภาพที่ 10)

3.3 ผลของการศึกษาคุณลักษณะของโคโลนีที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (NEF) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีลักษณะรูปร่างโคโลนีส่วนใหญ่มีรูปร่างค่อนข้างกลม สีของโคโลนีมีทั้งสีขาวใส สีขาวขุ่น และสีเหลือง ขนาดของโคโลนีมีขนาดตั้งแต่ 0.05-0.1 เซนติเมตร ซึ่งในการทดสอบการติดสีของเซลพบว่าตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้งหมดเซลย้อมติดสีในแกรมลบ เซลมีรูปร่างเป็นรูปท่อนสั้น มีขนาดตั้งแต่ 0.48x0.96 ถึง 0.96x1.95 ไมครอน และในการศึกษาถึงความสามารถในการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี ARA พบว่าสามารถตรึงไนโตรเจนได้ตั้งแต่ 16.66-1,291 nmol C_2H_4/ mg.protein/day (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 29, ภาพที่ 7 และภาพที่ 10)

ตารางที่ 29 แสดงลักษณะรูปร่างสัณฐานวิทยาและประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา

Isolate	Media	Colony			Gram staining		ARA
		Form	Color	Size (cm.)	Gram staining	Size of cell (μm)	(nmolC_2H_4/mg. protein/day)
7NM1-1-1	M	circular	white	0.3	negative	0.45x3.84	979.71
10NM1-4-5	M	circular	clear	0.2	negative	1.15x1.21	912.85
8NM1-1-6	M	circular	orange	0.05	negative	0.96x1.15	12.80
7NM2-2-4	M	circular	white	0.05	negative	0.96x1.15	42.50
11NM3-1-4	M	circular	white	0.1	negative	0.48x0.96	253.20
9NM3-3-4	M	circular	clear	0.1	negative	0.48x0.96	16.17
8NCR3-3	M	circular	white	0.1	negative	0.81x1.50	521.60
9NCR1-5	M	circular	white	0.1	negative	0.92x1.92	21.80
7NCR3-4	M	circular	white	0.1	negative	0.48x0.76	57.00
7NR1-3	M	circular	yellow	0.15	negative	0.48x0.50	9.00
8NR2-6	M	circular	clear	0.2	negative	0.48x0.92	30.00
10NR4-4	M	circular	white	0.1	negative	0.96x1.96	175.11
9NR2-2	M	circular	white	0.1	negative	0.96x2.88	93.20
8NR2-1	M	circular	white	0.05	negative	0.48x0.96	81.68
11NR3-2	M	circular	clear	0.2	negative	0.28x0.96	188.42
9NC1-1	M	circular	clear	0.1	negative	0.48x0.96	50.00
8NF1-2	M	circular	yellow	0.01	negative	0.96x1.92	20.00
8NF3-1	M	circular	white	0.1	negative	0.28x1.24	118.00
10NF2-2	M	circular	yellow	0.2	negative	0.96x1.44	451.20
7NF4-2	M	circular	clear	0.2	negative	0.96x1.92	181.73

ตารางที่ 29 (ต่อ)

Isolate	Media	Colony			Gram staining		ARA
		Form	Color	Size (cm.)	Gram staining	Size of cell (μm)	(nmolC_2H_4/mg. protein/day)
9CM1-1-3	M	circular	clear	0.1	negative	0.48x0.96	43.49
8CM1-3-2	M	circular	white	0.01	negative	0.96x1.96	135.00
10CM1-4-1	M	circular	white	0.09	negative	0.76x0.96	143.00
11CM1-2-3	M	circular	white	0.08	negative	0.96x1.96	1.20
7CM1-4-4	M	circular	white	0.09	negative	0.48x0.96	49.50
8CM2-4-2	M	circular	yellow	0.1	negative	0.76x0.96	196.93
8ICM2-1-3	M	circular	white	0.05	negative	0.96x1.96	55.43
9CM2-3-2	M	circular	clear	0.1	negative	0.48x1.15	272.31
8CM2-2-2	M	circular	white	0.1	negative	0.74x0.87	594.90
9CM3-1-2	M	circular	white	0.09	negative	0.96x1.96	251.43
11CM3-1-1	M	circular	white	0.1	negative	0.96x1.92	240.00
9CM3-4-2	M	circular	yellow	0.1	negative	0.86x0.96	392.00
10CM3-3-3	M	circular	white	0.1	negative	0.76x1.96	1.38
7CCR1-2	M	circular	yellow	0.1	negative	0.76x1.92	6.15
9CCR2-3	M	circular	white	0.01	negative	0.48x1.96	176.88
9CCR3-2	M	circular	white	0.2	negative	0.96x1.92	198.28
8CCR4-2	M	circular	white	0.07	negative	0.48x1.92	197.50
10CR3-5	M	circular	white	0.01	negative	0.96x1.78	273.30
8CR2-1	M	circular	clear	0.1	negative	0.48x0.96	16.60
9CR3-3	M	circular	white	0.1	negative	0.96x1.15	19.71
8CR4-1	M	circular	white	0.08	negative	0.28x0.48	589.66
10CC1-3	M	circular	white	0.05	negative	0.96x1.05	11.25
11CC2-2	M	circular	white	0.01	negative	0.96x1.96	28.50
10CC3-2	M	circular	white	0.05	negative	0.48x0.96	52.20
9CF1-1	M	circular	white	0.2	negative	0.96x2.40	1134.33
9CF3-3	M	circular	white	0.05	negative	0.96x1.92	171.00
8CF2-2	M	circular	clear	0.1	negative	0.96x1.92	7.00

ตารางที่ 29 (ต่อ)

Isolate	Media	Colony			Gram staining		ARA
		Form	Color	Size (cm.)	Gram staining	Size of cell (μm)	($nmolC_2H_4$/mg. protein/day)
10CF4-2	M	circular	white	0.05	negative	0.48x0.96	8.20
7CF1-3	M	circular	white	0.02	negative	0.96x1.92	89.62
7CF3-1	M	circular	yellow	0.01	negative	0.84x1.92	21.42
8CF2-3	M	circular	white	0.05	negative	0.76x0.96	37.22
9NEM1-2-1	M	circular	white	0.05	negative	1.44x2.48	33.00
9NEM1-3-2	M	circular	white	0.01	negative	0.96x1.96	469.09
10NEM1-4-1	M	circular	white	0.1	negative	0.76x1.05	76.90
10NEM2-1-1	M	circular	white	0.01	negative	0.98x1.84	48.64
11NEM2-3-2	M	circular	yellow	0.08	negative	0.79x1.96	242.10
10NEM2-2-2	M	circular	white	0.01	negative	0.96x1.96	345.95
10NEM3-2-3	M	circular	clear	0.1	negative	0.96x1.92	57.90
9NEM3-4-1	M	circular	white	0.08	negative	0.48x1.18	6.64
9NECR1-2	M	circular	yellow	0.08	negative	0.48x0.96	24.53
8NECR3-3	M	circular	white	0.09	negative	0.96x1.92	18.06
7NECR2-1	M	circular	white	0.1	negative	0.48x0.96	149.64
8NECR4-1	M	circular	white	0.1	negative	0.48x1.84	71.45
8NER1-2	M	circular	white	0.01	negative	0.96x1.96	178.00
9NER2-1	M	circular	white	0.01	negative	0.96x1.96	7.70
9NER3-2	M	circular	yellow	0.15	negative	0.48x0.96	499.35
7NER4-1	M	circular	white	0.07	negative	0.48x0.96	13.00
11NEC1-2	M	circular	clear	0.05	negative	0.48x1.48	59.16
10NEC4-1	M	circular	yellow	0.08	negative	0.76x0.96	82.62
10NEF1-4	M	circular	white	0.05	negative	0.98x1.84	24.75
8NEF2-2	M	circular	yellow	0.05	negative	0.76x1.84	16.66
8NEF3-2	M	circular	clear	0.1	negative	0.48x0.96	129.37
9NEF4-1	M	circular	clear	0.1	negative	0.48x0.96	1291.00

ตารางที่ 29 (ต่อ)

Isolate	Media	Colony			Gram staining		ARA ($nmolC_2H_4$/mg. protein/day)
		Form	Color	Size (cm.)	Gram staining	Size of cell (μm)	
8NEF4-2	M	circular	white	0.05	negative	0.96x1.95	247.76
Azospirillum brasilense (Sp.245)	M	circular	white	0.05	negative	1.44x0.96	76.20
Azospirillum lipoferum (Vn)	M	circular	white	0.1	negative	1.92x0.96	1287.60

หมายเหตุ M = malic media; N = ภาคเหนือ, C = ภาคกลาง, NE = ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

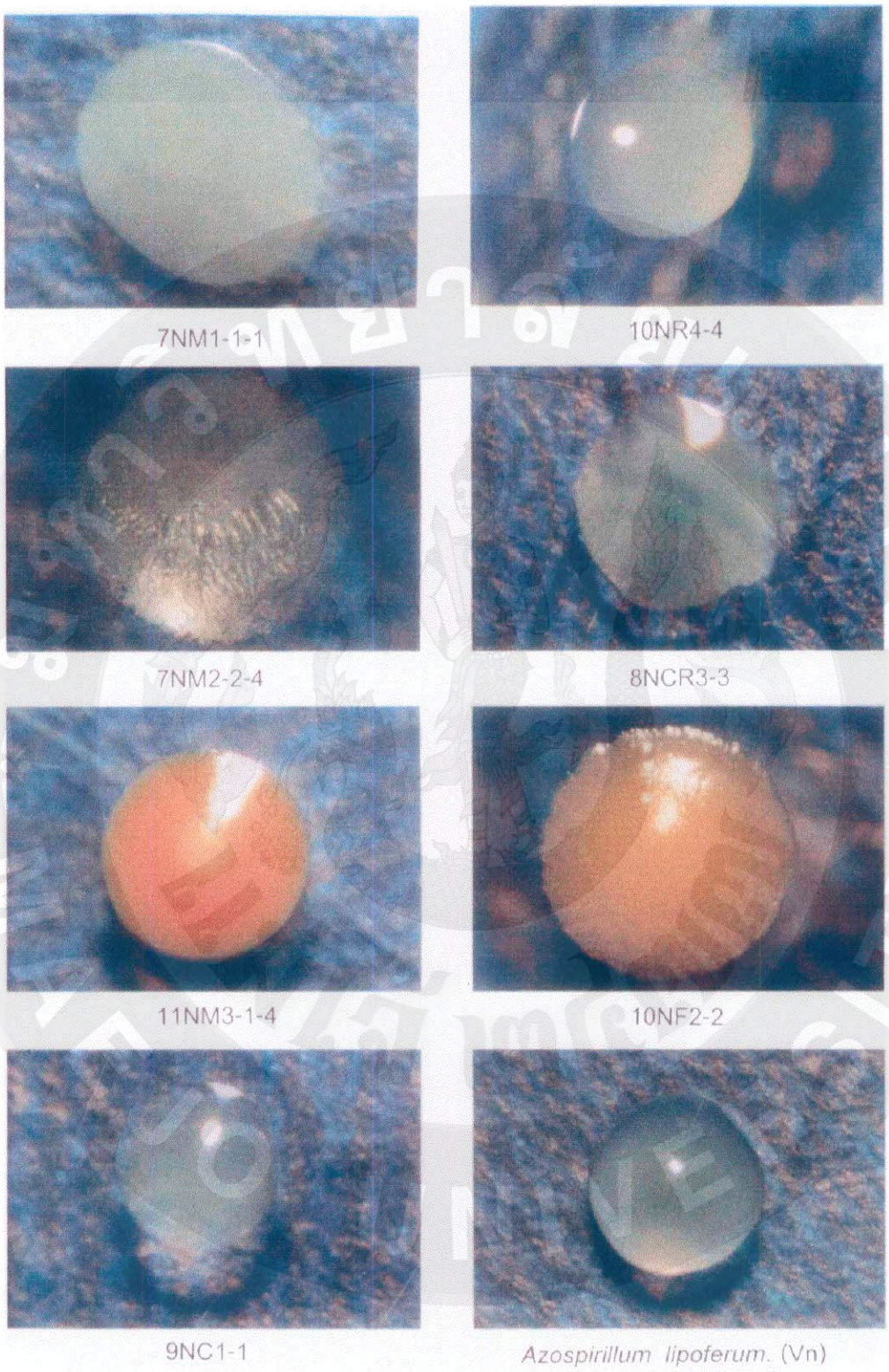
8NR4-3; 8 = การเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 8

N = ภาคเหนือ

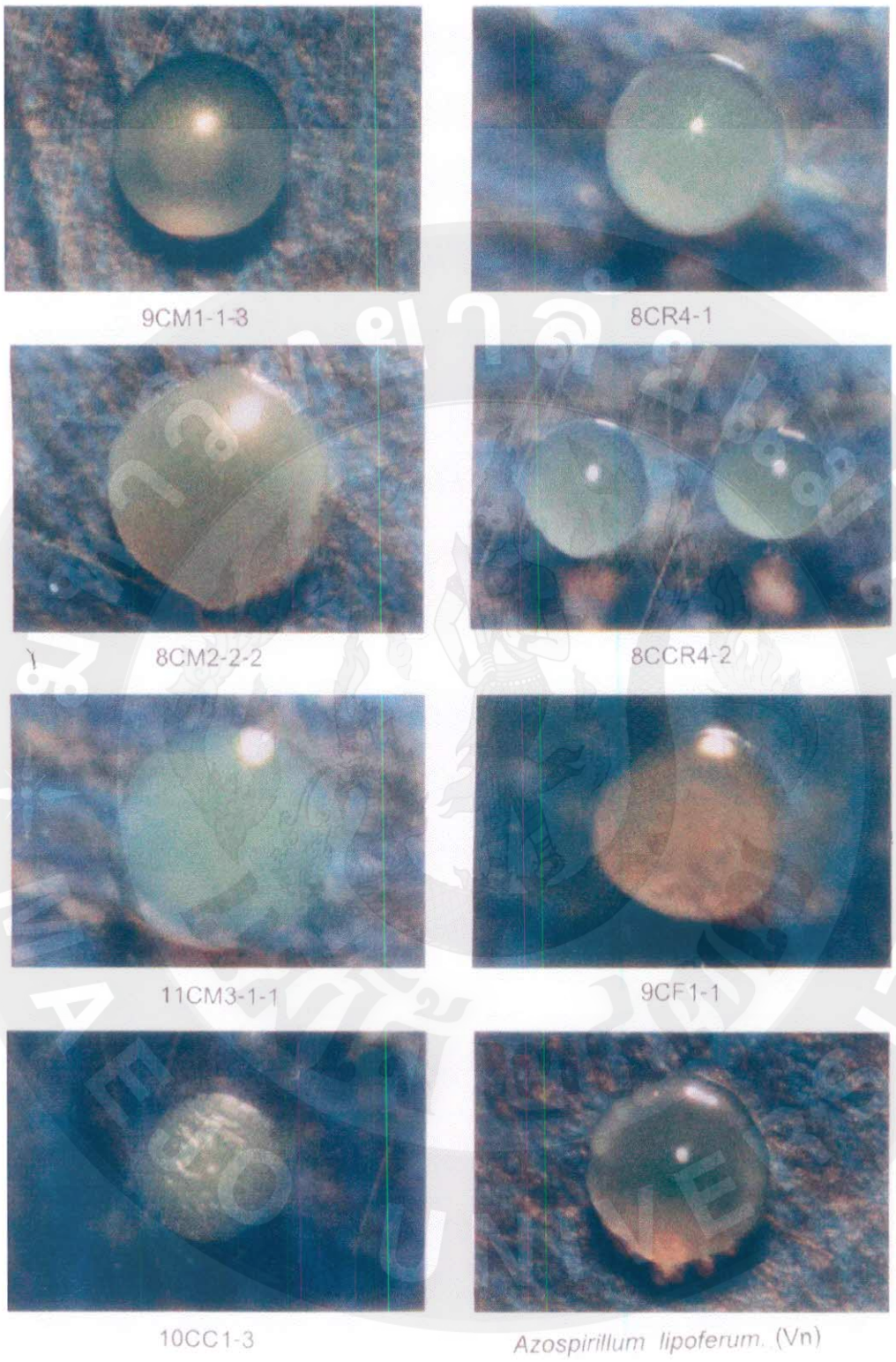
R = พื้นที่ที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง

4 = จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 4

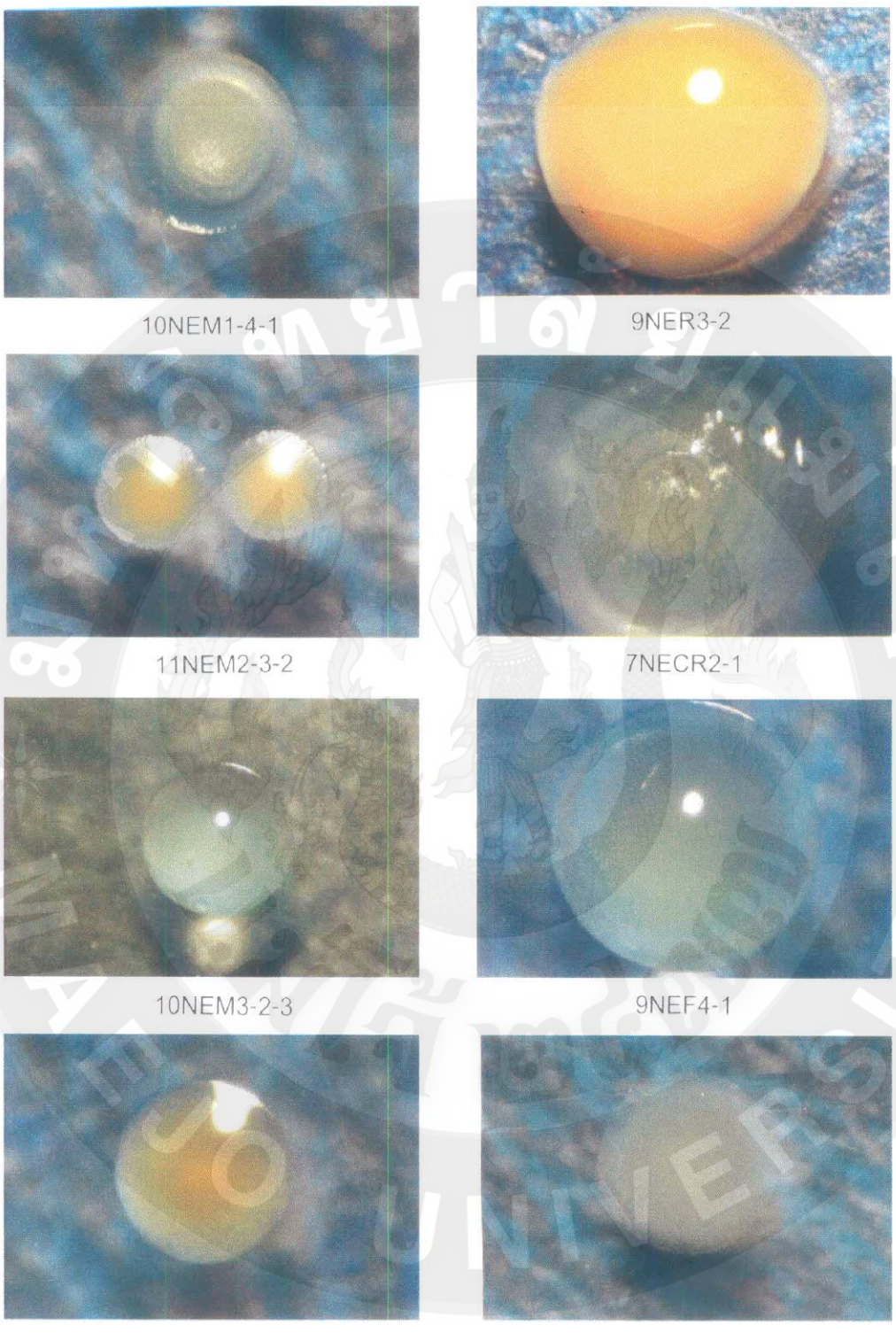
3 = ตัวอย่างเชื้อแบคทีเรีย isolate ที่ 3



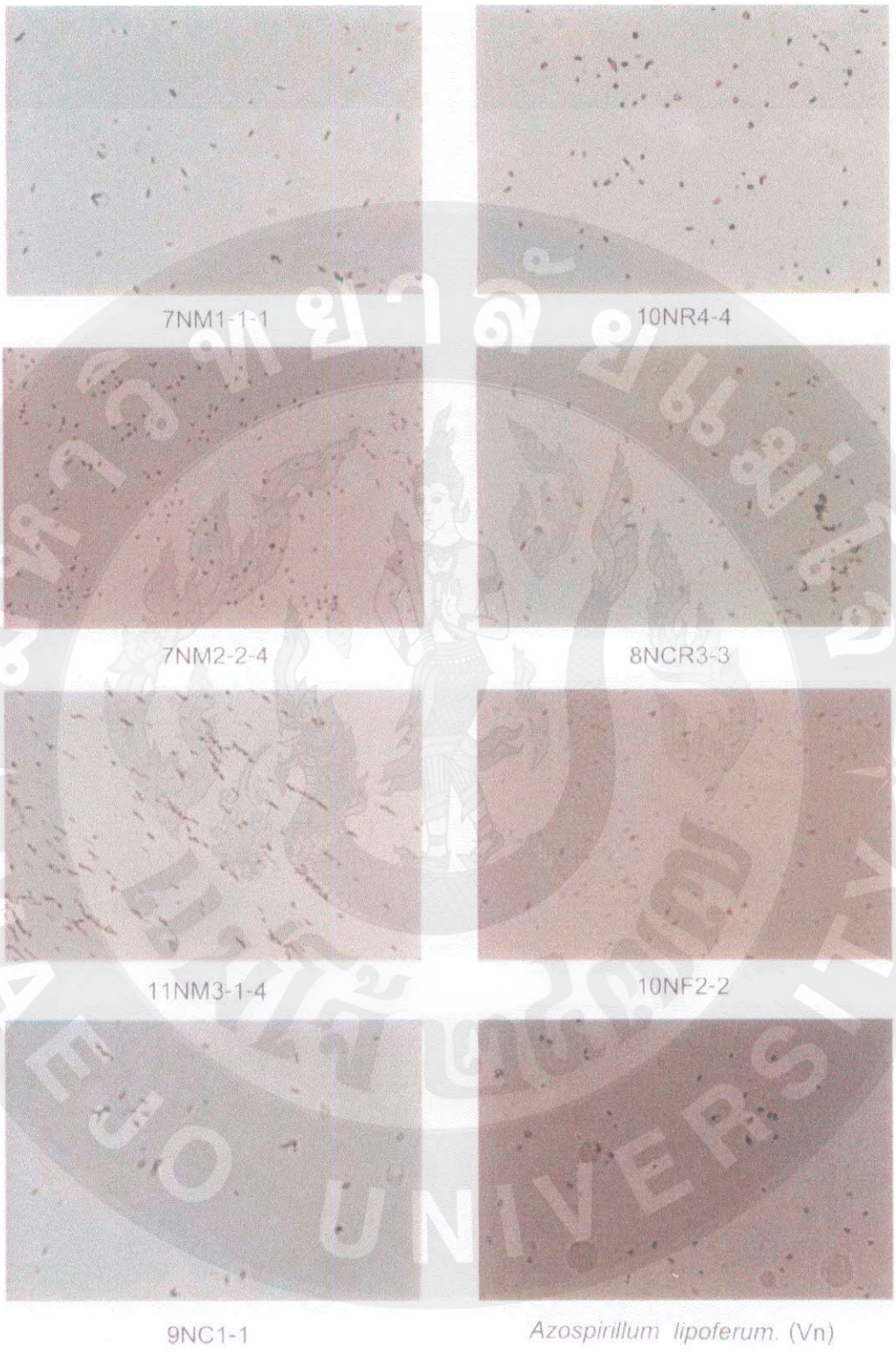
ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่ภาคเหนือ



ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่ภาคกลาง

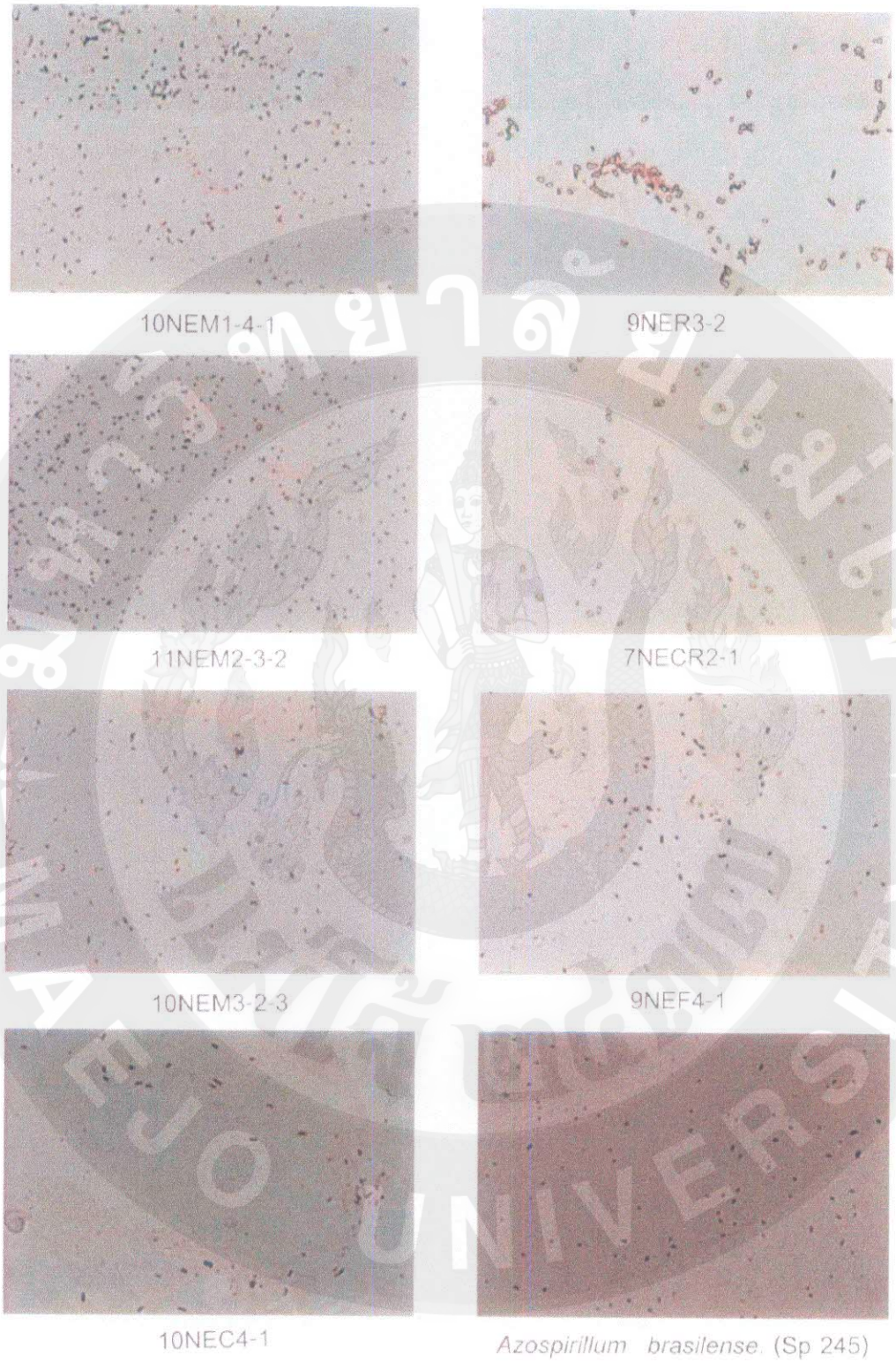


ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างลักษณะเซลของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่ภาคเหนือ ขนาด 400X

ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างลักษณะเซลของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่ภาคกลาง ขนาด 400X



ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างลักษระเซลของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขนาด 400X

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของการศึกษาสภาพของระบบนิเวศที่จะอำนวยให้จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. สามารถดำรงชีวิตอยู่อย่างสมบูรณ์และยั่งยืน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินทุก ๆ 2 เดือน เป็นระยะเวลา 2 ปี จากสภาพนิเวศแบบต่าง ๆ ในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งสภาพนิเวศดังกล่าวมีความแตกต่างกันทั้งสภาพภูมิศาสตร์ สภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศ (ตารางภาคผนวกที่ 2, 3, 4 และ 6) นำตัวอย่างดินที่ได้มาตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและตรวจสอบหาแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน

จากการศึกษาความเป็นกรดเป็นด่างของดิน พบว่าตัวอย่างดินจากทั้งสามภูมิภาคมีสภาพเป็นกรด คือ มีค่า pHในช่วง 4.4-6.6 โดยที่ในพื้นที่บริเวณภูเขาดินมีสภาพความเป็นกรดเฉลี่ยมากกว่า (pH 4.4-5.8) พื้นที่ที่มีระบบการปลูกพืช (pH 4.9-6.4) และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (pH 5.8-6.6) (ตารางที่ 25) ซึ่งเป็นผลมาจากในพื้นที่บริเวณภูเขามีปริมาณอินทรีย์วัตถุและความชื้นในดินสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณความชื้นกับค่า pH ของดิน พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางลบ (ค่า r = -0.870 และ -0.875 ตามลำดับ) กล่าวคือถ้าปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณความชื้นสูงขึ้นก็จะทำให้ค่า pH ของดินต่ำลง (เป็นกรดมากขึ้น) (ตารางที่ 27) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการรายงานของสมชาย (2535) ที่รายงานว่าหากดินมีอินทรีย์สารทับถมอยู่มาก เมื่ออินทรีย์สารนี้เน่าเปื่อยลงจะมีกรดอินทรีย์ต่าง ๆ เกิดขึ้นด้วย จึงมีผลทำให้ดินมีสภาพเป็นกรด สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพบว่าในพื้นที่ป่าบริเวณภูเขาจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สูงกว่า (2.1-10.9 %) พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (1.7 - 4.4 %) และพื้นที่ที่มีระบบการปลูกพืช (1.1 - 2.6 %) (ตารางที่ 25) ทั้งนี้เป็นเพราะสภาพนิเวศของพื้นที่ป่าถูกรบกวนหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าพื้นที่ที่ทำการเกษตร อีกทั้งมีสภาพภูมิศาสตร์ สภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศแตกต่างกัน ในพื้นที่บริเวณภูเขามีสภาพเป็นป่าดิบชื้น มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมพื้นที่และมีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ (ภาคผนวกที่ 2, 3, 4) จึงทำให้มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำตลอดทั้งปี มีการสะสมของเศษอินทรีย์เป็นจำนวนมาก ทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินมากตามไปด้วย ส่วนในพื้นที่ที่มีระบบการเกษตรและมีการปลูกพืชมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าพื้นที่อื่น ๆ เนื่องมาจากถูกรบกวนหรือมีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่นั้นมาก การเขตกรรมและปลูกพืชหลาย ๆ ครั้ง เมื่อมีการนำเศษซากพืชหรือผลผลิตออกไปจากพื้นที่ ทำให้ดินสูญเสียสมดุลไป และในส่วนของปริมาณความชื้นของดินพบว่าในพื้นที่บริเวณยอดเขาสูงมีแนวโน้มของปริมาณความชื้นของดินสูงกว่าพื้นที่ที่ปลูกข้าว

[illegible] Malik

[illegible] พบว่าเฉลี่ยในดินมีปริมาณอยู่ในช่วง 1-1,291 nmol C_2H_4/mg. protein/day (ตารางที่ 29) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dobereiner และคณะ

สรุป

การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศต่อจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. สรุปได้ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีพของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่มนี้ คือ สภาพพื้นที่ที่มีการเขตกรรม ปลูกพืชไร่และธัญพืช หรือมีพืชตระกูลหญ้าปกคลุมพื้นที่ โดยจำนวนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่มนี้มีปริมาณต่อกรัมดินค่อนข้างสูง

2. จำนวนประชากรแบคทีเรียต่อกรัมดินแห้งอยู่ในช่วง 1.73-2.48 เซลต่อกรัมดินแห้ง (log number of cell/g.dry soil) ของพื้นที่เก็บตัวอย่างดินในทั้งสามภูมิภาค

3.การเปลี่ยนสภาพนิเวศจากพื้นที่ป่าธรรมชาติมาเป็นพื้นที่ทำการเกษตรมีผลต่อจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนแต่ไม่รุนแรงนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมบริเวณนั้น ๆ

4. แบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. ที่สามารถคัดเลือกได้มีความหลากหลายทางชีวภาพตามความแตกต่างกันของพื้นที่สุ่มเก็บตัวอย่างดิน

5. ประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนของเชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp. จำนวน 74 สายพันธุ์ มีค่าอยู่ในช่วง 1-1,291 nmol C_2H_4/mg. protein/day

ข้อเสนอแนะ

ผลที่ได้จากการทดลองนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่มาก เนื่องจากเป็นการศึกษาทดลองคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียโดยอาศัยความสามารถในการใช้แหล่งอาหารและพลังงาน (Cabon source) ร่วมกับการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นตัวคัดเลือก จึงไม่สามารถแยกได้ว่าแบคทีเรียตัวอย่างที่คัดเลือกได้เป็นชนิดใดของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp. จึงควรมีการศึกษาในระดับทางพันธุกรรมเพื่อเป็นการชี้ชัดลงไปว่า แบคทีเรียตัวอย่างที่คัดเลือกได้อยู่ในชนิดและอันดับย่อยใดของแบคทีเรียกลุ่มนี้ นอกจากนั้นการทดลองนี้ยังเป็นการศึกษาทดลองในพื้นที่บริเวณกว้าง มีตัวแปรหรือปัจจัยหลายอย่างที่อาจมีผลต่อการดำรงชีวิตของแบคทีเรียในกลุ่มนี้ จึงไม่สามารถบอกได้ว่าปัจจัยใดเป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อจำนวนประชากรแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่มนี้

ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในเรื่องนี้ในอันดับต่อไป และควรมีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนนี้กับธัญพืชหรือพืชเศรษฐกิจในตระกูลหญ้าให้มากขึ้น เนื่องจากการศึกษาในด้านนี้ยังมีจำนวนจำกัดไม่เหมือนกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืชตระกูลถั่วกับไรโซเบียม เพื่อที่จะได้เข้าใจถึงระบบดังกล่าวได้มากขึ้นและเป็นประโยชน์ในการเกษตรกรรมต่อไป

บทบาทที่สำคัญอีกประการหนึ่งของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่มนี้ คือสามารถสังเคราะห์สารเร่งการเจริญเติบโตให้แก่พืช ซึ่งสารดังกล่าวมีลักษณะคล้าย IAA และ Cytokinin (Costacurta และคณะ , 1995; Okon และคณะ, 1995) ซึ่งในอนาคตหากได้มีการนำเอาตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียที่คัดเลือกได้และเก็บรักษาไว้มาศึกษาถึงความสามารถในการสร้างสารเร่งการเจริญเติบโต ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการผลิตพืช อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าผลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้จะยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง แต่หากมีการนำไปประยุกต์หรือศึกษาเพิ่มเติมในขั้นต่อไปก็น่าจะเป็นประโยชน์อย่างแท้จริง และอาจสามารถผลิตสารเร่งการเจริญเติบโตของพืชในเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

จิรากรณ์ คชเสนี. 2537. **หลักนิเวศวิทยา**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ . 294 น.

วิเชียร ลีลาวัชรมาศ. 2533. ยีนตรึงไนโตรเจน (nif) และยีนสร้างปม (nod) ของไรโซเบียม. **ว. อุตสาหกรรมเกษตร**. 1(3) : 22-32.

ไพเราะ ทิพยทัศน์. 2520. การใช้การตรึงไนโตรเจนแทนปุ๋ยวิทยาศาสตร์. **ว.วิทยาศาสตร์เกษตร**. 10 : 257-263.

เศรษฐา ศิริพินทุ์, อภิชัย ธีรธร, อนันต์ ปินตารักษ์ และอภิชาติ สวนคำกอง. 2539. **อิทธิพลของการใส่เชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกบางพันธุ์**. การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 2 สถาบันการเกษตรแม่โจ้. เชียงใหม่. 263 น.

สมชาย องค์ประเสริฐ. 2535. **ปฐพีศาสตร์ประยุกต์**. ภาควิชาดินและปุ๋ย คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 444 น.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. **สรีรวิทยาของพืช**. ภาควิชาดินและปุ๋ย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 203 น.

สมศักดิ์ วังใน. 2541. **การตรึงไนโตรเจน ไรโซเบียม-พืชตระกูลถั่ว**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 252 น.

เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา. 2539. **นิเวศวิทยา : สิ่งแวดล้อมกับการปรับปรุงความเป็นอยู่ของมนุษย์**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. กรุงเทพฯ. 183 น.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2539. **อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ**. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. 174 น.

อู่แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์. 2541. **มนุษย์–ระบบนิเวศและสภาพนิเวศในประเทศไทย**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 248 น.

Aldrich, S.R. 1980. **Nitrogen in Relation to Food, Environment and Energy**. Spec. Pub. 61 Ag.Exp. Sta., Univ.

Bottini, R., M. Fulchieri., D. Pearce., and R.P. 1989. Identification of Gibberellins A_1, A_3 and iso-A_3 in Cultures of *Azospirillum lipoferum.* **Plant Physiol. 90**:45-47.

Brown, M. E. 1976. Role of *Azotobacter paspali* in Association with *Paspalum notatum.* **J. Appl. Bactertriol. 40** : 341-348.

Brown, M.E., and S.K. Burlingham. 1968. Production of Plant Growth Substance by *Azotobacter chroococcum.* **J. Gen. Microbiol. 53** : 135-144.

Burns, T.P. 1990. The Power of the Ecosystem Concept and Paradigm. **Physiology and Ecology Japan. 27**: 191-197.

Burns, R.C. and R.W.F. Hardy. 1973. **Nitrogen Fixation in Bacteria and Higher plant**. springer Verag, Berlin, Hiedelberg, New York.

Costacurta, A., V. Keijers., and J. Vonderleyden. 1995. Expression Studies of the Indole-3-Pyruvate Decarboxylase Gene from *Azospirillum brasilense* Sp245 And Analysis of the Downstream DNA Region. p.244. In **Proceeding of the 10th International Congress on Nitrogen Fixation : Nitrogen Fixation Fundamentals And Application**. St. Peterburg, Russia, May 28 – June 3, 1995.

De Troch, P., F. Dosselaere., V. Keijers., and J. Vanderleyden. 1995. Isolation and Analysis of the *Azospirillum brasilense* trpEG Operon, Encoding Anthranilate Synthetase. P.245 In **Proceeding of the 10th International Congress on Nitrogen Fixation : Nitrogen Fixation Fundamentals and Application.** St. Peterburg, Russia, May 28 – June 3, 1995.

Dobereiner, J. and J.M. Day. 1976. Associative Symbiotic in Tropical Grasses : Characterization of Micro-Organisms and Dinitrogen Fixing Sites, pp. 518-538. In W.E. Newton and C.J. Nyman (eds.). **Proceedings of the first International Symposium on Nitrogen Fixation.** Washingtton State Univ. Press. Pullman.

Dobereiner, J., J.M. Day. and P.J. Dart. 1975. Nitrogenase Activity in the Rhizosphere of Sugarcane and other Tropical grass. **Plant and Soil. 37** :191-196.

Fallik, E., Y. Okon., E. Epstein., A. Goldman., and M. Fischer. 1989. Indentification and Quantification of IAA and IBA in *Azotobacter vinelandii* Inoculated Maize Roots. **Soil Biol. Biochem. 21** :147-153.

Fancelli, S., M. Bazzicalcupo., C.Di Serio., E. Gallori., M. Marangolo., and R. Fani. 1995. Use of Markers RAPD for Identification and Detection of *Azospirillum* Strain in a Soil Microcosm. p. 755. In **Proceeding of the 10th International Congress on Nitrogen Fixation : Nitrogen Fixation Fundamentals and Application.** St. Peterburg, Russia, May 28 – June 3, 1995.

Ishac, R., J. Moreno., and M.S. Davidson. 1986. Isolation and Identification of Root Associated Diazotrophs. **Plant and soil. 110** : 207-212.

Jain, D.K., and D.G. Patriquin. 1984. Root Hair Deformation, Bacteria Attachment and Plant Growth in Wheat *Azospirillum* Associations. **Appl. Environ. Microbiol. 48** :1208-1231.

_____. 1985. Characterization of a Substance Produced by *Azospirillum* Which Causes Branching of Wheat Root Hair. **Can. J. Microbiol. 3** : 206-210.

John, G.H., Noel, R.K., Peter., H.A.S., Jamas, T.S., and Stanley, T.O. 1994. **Bergey's Mannual Determinative Bacteriology. 9th Edition.** The Willans and Wikins Company, Baltimore, 787 p.

Ladha, J.K. and N. Boonkerd. 1989. Biological Nitrogen Fixation by Heterotrophic and Phototrophic bacteria in Association with Straw. In **Paddy Soil Fertility : Past, Present and Future.** Eds.H. Wada, G. Blair and S. Panichopong.

Malik, K.A. and R. Bital. 1989. Survival and Colonization of Inoculated Bacteria in Kalla grass Rhizosphere and Quantification of N_2 Fixation. In **Nitrogen Fixation with Non-Legumes.** Eds. F.A. Shinner, R.M. Boddy and I. Frendrik. pp 301- 310. Kluneer Academic Publishers.

Okon, Y., S.L. Albreaht and R.H. Burris. 1977. Method for Growing : *Azospirillum lipoferum* and for couting it in Pure Culture and Associated with Plant. **Appl. Environ. Microbiol. 33** : 85-88.

Okon, Y. and Y. Kapulnik. 1986. Development and Function of Azospirillum inoculated Roots. **Plant and Soil. 90**: 3-6.

Okon, Y., R. Itzigsohn., S. Burdman., and M. Hampel. 1995. Advances in Agronomy and Ecology of the *Azospirillum* / Plant Association. pp. 635-640. In **Proceeding of the 10th International Congress on Nitrogen Fixation : Nitrogen Fixation Fundamentals and Application.** St. Peterburg, Russia, May 28 – June 3, 1995.

Patel, J. J. 1969. Micro-Organism in the Rhizosphere of Plants Inoculated with *Azotobacter chroococcum*. **Plant and Soil. 31** :209-223

Patriquin, D.G., J. Dobereiner and D.K. Jain. 1983. Site and Process of Association between Diazotrophs and Grasses. **Can. J. Microbio. 29**: 900-912.

Pozzo ardizzi de Fidel, M.G. 1981. Nonsymbiotic Nitrogen Fixing Bacteria in Soil from Patagonia. 509-512. In Peter, H., Graham and Susan, C. Harris. (eds.) **Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture.** Certo International de Agriculture Tropical, Cali, Colombia.

Reynder, L., and K. Vlassak. 1979. Conversion of Tryptophan in Indole Acetic Acid by *Azospirillum brasilense*. **Soil Biol. Biochem. 11** :547-548.

Rinaudo, G.,D. Gauthier and Y. dommergues. 1981. Enhancement of Association N_2- fixation trough Manipulation of the Rhizosphere macroflora. pp.104-109. In P.b Vose and A.P. Rvchel (eds.) **Associative N_2-Fixation**. CRC Press. Boca Ration.

Subba Rao, N.S., K.V.B.R. Tilak., C.S. Singh., and M. Lakshmikumari. 1979. Response of a Few Economic Species of Graminaeae Plant to Inoculation with *Azospirillum brasilense*. **Curr. Sci. 48** : 133-134.

Tarrand, J.J. Krieg, N.R. and Dobereiner, J. 1984. The Genus Azospirillum. In **Systematic Bacteriology**. Eds. N.R. Krieg and J.G. Holt. Pp. 94-103. William and Wilkins, Baltimore. MD.

Tien, T.M., M.H. Gaskin., and D.H. Hubbell. 1979. Plant Growth Substances Produced by *Azospirillum brasilense* and Their Effect on the Growth of Pearl Millet (*Pennisetum americanum* L.) **Appli. Environ. Microbiol. 94** : 1016-1024.

Venkateswarlu, B., and A.V. Rao. 1983. Response of Pearl Millet to Inoculation with Different Strains of *Azospirillum brasilense.* **Plant and Soil. 74** : 379-386.

Wani, S.P., s. Chandraalaih., M.A. Zambra., K.K. Lee. 1986. Association Between N_2-fixing Bacteria and Pearl Millet Plants Responses, Machanisms and Presistenxe. **Plant and Soil. 110** : 289-302.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 สูตรอาหาร ก. อาหารเลี้ยงเชื้อ *Azospirillum* ดัดแปลงจากสูตรของ Dobereiner และคณะ (1976) ; Okon และคณะ (1977) ซึ่งมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

Malic acid	5.0	กรัม
KH_2PO_4	0.4	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.2	กรัม
NaCl	0.1	กรัม
$CaCl_2.7H_2O$	0.02	กรัม
$FeCl_36H_2O$	0.01	กรัม
$NaMoO_4.2H_2O$	0.002	กรัม
KOH	4	กรัม
Distrilled water	1	ลิตร
Bromthymol blue (0.5%) in ethanol	2	มิลลิลิตร
pH	6.8 ปรับ pH ด้วย NaOH 1 N.	
Agar	15	กรัม

Autoclave ด้วยความดันไอน้ำ ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที

หมายเหตุ : ในกรณีที่ทำอาหารกึ่งแข็ง (semi solid) จะใส่ Agar 1.75 กรัม

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่างดินในภาคเหนือ ระดับความสูงเฉลี่ยและพืชพรรณที่พบ

ภาค (ประเภทของระบบนิเวศ)	สถานที่เก็บ	ระดับความสูง (เฉลี่ย) จากระดับน้ำทะเล (ม.)	พืชพรรณหรือลักษณะนิเวศที่พบ
ยอดเขา (M1)	ยอดดอยอินทนนท์ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่	2,565	ป่าดงดิบ ป่าดิบชื้น
กลางเขา (M2)	บริเวณ กม.ที่ 27 ดอยอินทนนท์ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่	1,018	ป่าเบญจพรรณ ป่าเต่งรัง
เชิงเขา (M3)	บ้านแม่หอย บ้านแม่กลาง บ้านโหล่งขอด บ้านโป่ง อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่	705	ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง
ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR)	อ.จอมทอง อ.พร้าว อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	235	ข้าว ถั่วเหลือง และมันฝรั่ง
ปลูกข้าว (R)	อ.สันป่าตอง อ.สันกำแพง อ.แม่แตง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่	235	นาข้าวและสถานีทดลองข้าว
พืชไร่ (C)	ต.แม่ปั๋ง และ ต.โหล่งขอด อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	205	ละหุ่ง ข้าวโพด อ้อยและถั่วเหลือง
พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F)	ต.สันกำแพง และ ต.ร้องวัวแดง อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	205	หญ้าและไม้ล้มลุก

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่างดินในภาคกลาง ระดับความสูงเฉลี่ยและพืชพรรณที่พบ

ภาค (ประเภทของระบบนิเวศ)	สถานที่เก็บ	ระดับความสูง (เฉลี่ย) จากระดับน้ำทะเล (ม.)	พืชพรรณหรือลักษณะนิเวศที่พบ
ยอดเขา (M1)	เขาเขียว จ.ปราจีนบุรี	1,700	ป่าเบญจพรรณ
กลางเขา (M2)	เขาเขียว จ.ปราจีนบุรี	654	ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง
เชิงเขา (M3)	เขาเขียว จ.ปราจีนบุรี	325	ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง
ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR)	สถานีทดลองพืชไร่ดงเกณฑ์หลวง และอ.สรรพยา จ.ชัยนาท	16	ข้าว ถั่วเขียว ข้าวโพด
ปลูกข้าว (R)	สถานีทดลองพืชไร่และแปลงเกษตรกรอ.สรรพยา จ.ชัยนาท	13	นาข้าวและสถานีทดลองข้าว
พืชไร่ (C)	สถานีทดลองพืชไร่ดงเกณฑ์หลวง จ.ชัยนาท	16	ถั่วเขียว ข้าวฟ่าง หญ้าและข้าวโพด
พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F)	จ.ชัยนาท จ.นครสวรรค์ และ อ.ปากบาง จ.สิงห์บุรี	20	ไม้ป่ายืนต้น

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงบริเวณที่เก็บตัวอย่างดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระดับความสูงเฉลี่ยและพืชพรรณที่พบ

ภาค (ประเภทของระบบนิเวศ)	สถานที่เก็บ	ระดับความสูง (เฉลี่ย) จากระดับน้ำทะเล (ม.)	พืชพรรณหรือลักษณะนิเวศที่พบ
ยอดเขา (M1)	ยอดภูเรือ อ.ภูเรือ จ.เลย	1,310	ป่าผลัดใบ ป่าสน
กลางเขา (M2)	ยอดภูเรือ อ.ภูเรือ จ.เลย	1,000	ป่าผลัดใบ ป่าสน
เชิงเขา (M3)	ยอดภูเรือ อ.ภูเรือ จ.เลย	705	ป่าเต็งรัง
ปลูกข้าวสลับพืชไร่ (CR)	อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา	238	ข้าว ถั่วเขียว ถั่วเหลือง
ปลูกข้าว (R)	อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา	230	นาข้าวพื้นที่เกษตรกร
พืชไร่ (C)	อ.เมือง อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา	200	มันสำปะหลังและอ้อย
พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F)	อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา	205	ไม้ยืนต้น

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงคุณลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนกลุ่ม *Azospirillum* sp.

Characteristic	A. amazonense[a]	A. brasilense	A. halopraeferens[b]	A. irakense[c]	A. lipoferum	H. seropedicae
Cell width (μm)	0.8-1.0	1.0-1.2	0.7-1.4	0.6-0.9	1.0-1.5	0.6-.07
Pleomorphic cells in alkaline N-free semisolid medium	-	-	-		+	-
Flagellar arrangement on cells grown in liquid media :						
One to three flagella at one or both poles	-	-	-	-	-	+
Single flagellum at one pole	+	+	+	+	+	-
Lateral flagella formed (in addition to polar flagella) when grown on agar media	-	+		+	+	-
Optimum temperature (° C)	35	37	41	30-33	37	34
Growth at pH 6.0	+	+ or W	-	+	+	-
Biotin requirement	-	-	+	-	+	-
Growth on potato (BMS) agar	+	+	-		+	+
Colony type on potato agar:						
White, flat with raised margin	+	-			-	-
Pink, raised, curled	-	+			+	-
Brownish, small, raised, smooth	-	-			-	+
Growth in presence of 3% NaCl	-	d	+	+	-	
Dissimilation of :						
NO_3^- to NO_2^-	±	+	+	d	+	+
NO_2^- to N_2O	-	±	+	-	±	±[d]
Capable of NO_3^- dependent anaerobic growth in complex media	-	+		-	+	-
Sole carbon sources for growth in N-deficient semisolid medium:						
Glucose	+	-	-		+	+
Sucrose	+	-	-		-	-
- Ketoglutarate	-	-	+		+	+
Citrate	-	+			+	+

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ)

Characteristic	A. amazonense[a]	A. brasilense	A. halopraeferens[b]	A. irakense[c]	A. lipoferum	H. seropedicae
Carbon source utilization (API gallery method)[e]						
Glucose	+	d	-	+	+	
Sucrose	+	-	-	+	-	
myo-Inositol	+	-		-	d	
pH range for good growth	5.7-6.5	6.0-7.3	6.8-8.0	5.5-8.5	5.7-6.8	5.3-8.0
Pectin hydrolyzed in 7 days[e]	-	-	-	+	-	

[a] *A. amazonense* was not included in Bergey's Manual of systematic Bacteriology, Volume 1. The species was created by Falk et al. (Int. J. Syst. Bacteriol. 35:117-118, 1985)

[b] *A. halopraeferens* was no included in Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Volume 1. The species was created by Reinhold et al. (Int. J. Syst. Bacteriol. 37: 43-51, 1987).

[c] *A. irakense* was no included in Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Volume 1. The species was created by Khammas et al. (Res. Microbiol. 140: 679-693, 1989: Int. J. Syst. Bacteriol. 41:580-581, 1991).

[d] All strains tested have shown very weak N2O production.

[e] Method described by Khammas et al., Res. Microbiol. 140:679-693, 1989.

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงคุณลักษณะทางเคมีของตัวอย่างดินที่นำมาทำการศึกษา

ชนิดของระบบนิเวศ	pH	Lime Reg.	% sand	% silt	% clay	% organic matter	P ppm.	K ppm.	Ca ppm.
ภาคเหนือ									
1.บริเวณยอดเขา	5.00	1299.3	63.5	26.5	10.0	8.87	54.5	252.5	1060
2.บริเวณกลางเขา	5.20	474.8	65.0	23.5	11.5	4.10	26.2	177.5	790
3.บริเวณเชิงเขา	5.38	470.5	69.0	35.5	7.5	2.15	23.5	105.0	738
4.ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง	4.88	583.0	50.5	32.5	14.0	2.23	39.0	142.5	1000
5.ปลูกข้าวต่อเนื่อง	5.63	806.0	31.5	35.5	34.5	2.90	14.2	105.0	1540
6.พืชไร่สลับข้าว	4.98	360.1	50.0	24.5	14.5	1.78	43.2	92.5	660
7.รกร้างว่างเปล่า	6.15	-	52.0	33.0	15.5	3.40	195.8	160.0	1590
ภาคกลาง									
1.บริเวณยอดเขา	4.33	1310.5	45.2	34.7	20.0	6.98	1.20	75.0	430
2.บริเวณกลางเขา	5.45	743.3	44.5	31.5	24.0	5.60	7.70	82.5	1730
3.บริเวณเชิงเขา	6.38	-	44.5	46.0	9.5	2.50	20.0	165.0	1170
4.ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง	7.05	-	39.0	39.0	22.0	1.33	56.2	80.0	1700
5.ปลูกข้าวต่อเนื่อง	5.80	403.5	48.0	36.0	16.0	1.70	22.5	100.0	1080
6.พืชไร่สลับข้าว	4.73	174.0	52.0	29.0	19.0	1.65	54.2	100.0	1440
7.รกร้างว่างเปล่า	6.03	403.0	53.6	32.2	14.2	3.73	45.5	120.0	1820
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ									
1.บริเวณยอดเขา	4.30	1389.3	87.5	10.5	2.0	3.40	10.0	32.5	143
2.บริเวณกลางเขา	4.65	1210.0	62.7	22.5	14.7	3.38	3.7	47.5	61
3.บริเวณเชิงเขา	4.90	706.2	64.0	28.0	8.0	2.45	11.0	80.0	235
4.ปลูกพืชไร่ต่อเนื่อง	6.85	-	69.7	21.0	9.2	1.23	10.0	67.5	1200
5.ปลูกข้าวต่อเนื่อง	6.40	-	29.5	39.0	31.5	6.75	11.5	117.5	1870
6.พืชไร่สลับข้าว	5.57	448.0	30.5	40.0	29.5	2.33	17.2	110.0	1310
7.รกร้างว่างเปล่า	7.15	-	75.5	17.5	7.0	1.70	28.7	122.5	1270

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายประสาน โลนุช

เกิดวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2518

ภูมิลำเนา 83 หมู่ 3 ต.หนองหลวง กิ่ง อ.โนนนารายณ์ จ.สุรินทร์

ประวัติการศึกษา

- ระดับมัธยมต้นและมัธยมปลาย โรงเรียนสุรวิทยาคาร อ.เมือง จ.สุรินทร์ ปีการศึกษาที่จบ 2535
- ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสุรินทร์ ปีการศึกษาที่จบ 2537
- ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ ปีการศึกษาที่จบ 2539

ผลงานทางวิชาการ

- การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารหลัก (N , P และ K) และการให้ผลผลิตในถั่วเหลือง
- ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศต่อจำนวนประชากรของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนในกลุ่ม *Azospirillum* sp.

ประวัติการทำงาน

- นักศึกษาช่วยปฏิบัติการสอนวิชาการผลิตพืชหัว และวิชาพืชอุตสาหกรรม
- นักศึกษาช่วยปฏิบัติงานวิจัย เรื่องการคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มศักยภาพในการตรึงไนโตรเจน
- นักศึกษาช่วยปฏิบัติงานวิจัย เรื่องบทบาทของเชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อหญ้าแฝก